

**ANALISIS PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK
MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN
DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK BLIMBING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

**CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
09.12.002**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

NOTICE OF THE BOARD OF DIRECTORS
OF THE NATIONAL BUREAU OF INVESTIGATION
CONCERNING THE RECENT ACTS OF VIOLENCE
AND THE NEED FOR A STRONG NATIONAL

MEMORANDUM

TO THE DIRECTOR

FROM THE BOARD OF DIRECTORS
DATE: 10/1/50

RE: THE RECENT ACTS OF VIOLENCE
AND THE NEED FOR A STRONG NATIONAL
BUREAU OF INVESTIGATION
AND THE NEED FOR A STRONG NATIONAL

LEMBAR PERSETUJUAN

**“ANALISIS PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK
MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN
DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK BLIMBING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION“**

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik*

Disusun oleh :

**CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
NIM : 09.12.002**



**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**

M. Ibrahim Ashari, ST. MT
NIP. P. 1030100358

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

Ir. Teguh Hebasuki, MT

NIP. 196105031992021001

NIP. Y. 1038900209

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

SURAT PERNYATAAN ORIGINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO

Nim : 0912002

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : ENERGI LISTRIK

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 4 Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,



CIRILO J. MARQUES BELO

0912002

**ANALISIS PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN
KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI
GARDU INDUK BLIMBING
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

Cirilo Juvenal M. Dos Santos Belo, NIM : 0912002

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT

Dosen Pembimbing 2 : Ir. Teguh Herbasuki, MT

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik S-1

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang

Email : acaubelo@yahoo.com

Abstrak

Jaringan distribusi adalah sarana untuk mengalirkan energi listrik dari pembangkit ke konsumen. Jaringan distribusi sendiri yang digunakan untuk mendistribusikan aliran energi listrik tidak luput dari berbagai gangguan yang mungkin terjadi yang dapat mengganggu suplai aliran tenaga listrik ke konsumen yang mengakibatkan pemadaman aliran listrik dan juga kerusakan pada peralatan yang dipakai.

Dalam hal ini jaringan distribusi harus menggunakan suatu peralatan proteksi recloser yang dapat mengamankan kelancaran suplai aliran listrik ke konsumen dari berbagai gangguan yang terjadi pada aliran listrik.

Gangguan yang terjadi sering bersifat sementara, ini penggunaan circuit breaker dirasa kurang efisien, dengan itu digunakan peralatan pengaman recloser yang dapat membuka (open) secara otomatis bila ada gangguan, jika kondisi sudah normal akan menutup (close) kembali. Operasi membuka dan menutup kembali dari recloser dapat terjadi beberapa kali sesuai dengan setting yang ditentukan operator.

Pada tulisan ini membahas dan meneliti untuk meningkatkan keandalan sistem distribusi 20 kV dengan penggunaan recloser berdasarkan System Average Interruption Duration Index (Rata-rata Indeks Waktu Pemadaman) dan System Average Interruption Frequency Index (Jumlah Kali Padam Dalam Satu Kurun Waktu) yang menggunakan parameter mutu dan keandalan sistem, karena seringnya terjadi gangguan penyaluran tenaga listrik terhadap konsumen. Pada tugas akhir ini pula dibahas recloser yang terpasang pada penyulang, Dilakukan beberapa simulasi untuk mengetahui keandalan tersebut. Proses perbaikan pada tugas akhir ini disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak ETAP 7.0.0.

Kata Kunci: *Simulasi Selektifitas Recloser Pada Gangguan, ETAP 7.0.0*

**ALABAMA POWER CORPORATION
 NUCLEAR SYSTEMS DIVISION
 OPERATING DIVISION
 METROPOLITAN EDWARDS POWER STATION**

Title: **Reactor Protection System (RPS) - 1
 Revision: 1
 Date: 10/1/68
 Prepared by: J. L. ...
 Checked by: ...
 Approved by: ...**

Abstract

The purpose of this document is to describe the Reactor Protection System (RPS) for the Metropolitan Edwards Power Station. The RPS is designed to protect the reactor from excessive power levels and to ensure safe shutdown of the reactor in the event of an abnormal condition. The RPS consists of a number of interlocking devices which are connected to the reactor control system. The RPS is designed to operate in a fail-safe mode, and to provide a high degree of reliability and availability.

The RPS is designed to protect the reactor from excessive power levels and to ensure safe shutdown of the reactor in the event of an abnormal condition. The RPS consists of a number of interlocking devices which are connected to the reactor control system. The RPS is designed to operate in a fail-safe mode, and to provide a high degree of reliability and availability. The RPS is designed to protect the reactor from excessive power levels and to ensure safe shutdown of the reactor in the event of an abnormal condition. The RPS consists of a number of interlocking devices which are connected to the reactor control system. The RPS is designed to operate in a fail-safe mode, and to provide a high degree of reliability and availability.

The RPS is designed to protect the reactor from excessive power levels and to ensure safe shutdown of the reactor in the event of an abnormal condition. The RPS consists of a number of interlocking devices which are connected to the reactor control system. The RPS is designed to operate in a fail-safe mode, and to provide a high degree of reliability and availability. The RPS is designed to protect the reactor from excessive power levels and to ensure safe shutdown of the reactor in the event of an abnormal condition. The RPS consists of a number of interlocking devices which are connected to the reactor control system. The RPS is designed to operate in a fail-safe mode, and to provide a high degree of reliability and availability.

Revised: 10/1/68

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK BLIMBING MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir.H.Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M.Ibrahim Ashari, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana selaku Dosen Pembimbing satu Tugas Skripsi.
5. Ir. Teguh Herbasuki, MT selaku Dosen Pembimbing dua Tugas Skripsi.
6. Rekan – rekan Asisten Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
7. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami mengucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses pembuatan Skripsi yang telah saya kerjakan, begitu juga dengan penyelesaian laporan ini.

Usaha ini telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kejanggalan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 04 Agustus 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GRAFIK	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Ketenagalistrikan.....	5
2.1.1 Klasifikasi Jaringan Distribusi	6
2.1.2 Gangguan Sistem Distribusi	7
2.1.3 Sistem Distribusi 20 kV.....	8
2.2 Indeks Keandalan Sistem Distribusi	8
2.2.1 Indeks Frekuensi Pemadaman Rata-Rata (SAIFI)	9
2.2.2 Indeks Lama Pemadaman Rata-Rata (SAIDI)	9
2.2.3 Pemodelan Jaringan Radial	9
2.2.4 Automatic Circuit Recloser (ACR)	10
2.3 Fungsi Sistem Proteksi.....	11

2.3.1	Defenisi Sistem Proteksi.....	11
2.3.2	Keandalan Kualitas Listrik	12
2.4	Persyaratan Kualitas iProteksi	13
2.5	Komponen-Komponen Sistem Proteksi.....	15
2.5.1	Circuit Breaker CB (Sakelar Pemutus Tenaga, PMT).....	15
2.5.2	Relay Atau Coil	15
2.5.3	Trafo Arus (Current Transformer , CT)	15
2.5.4	Trafo Tegangan (Potensial Transformer, PT)	16
2.5.5	Kabel Control Atau Wiring	16
2.5.6	Catu Daya, Power Supplay (Battery)	16
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1	Metode Yang Digunakan	17
3.2	Bahan Dan Peralatan Yang Digunakan.....	17
3.3	Masukkan Data Saluran Dan Data Beban.....	17
3.3.1	Single Line Diagram Gardu Induk Blimbing	17
3.3.2	Simulasi Load Flow Analysis.....	18
3.3.3	Simulasi Short Circuit	18
3.4	Setting Recloser	19
3.5	Perhitungan Indeks Keandalan	20
3.5.1	Perhitungan Indeks Keandalan SAIFI.....	20
3.5.2	Perhitungan Indeks Keandalan SAIDI	20
3.6	Algoritma Simulasi Pada Software Etap.....	21
3.7	Flowchart Keandalan Recloser	22
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS HASIL.....	23
4.1	Data Yang Digunakan Dalam Penelitian	23
4.1.1	Data Trafo.....	23
4.1.2	Saluran Distribusi 20 kV Keluaran Gardu Induk Blimbing	23
4.1.3	Lokasi Dan Waktu Pengambilan Data	24
4.2	Analisis Aliran Daya Pada Saluran Distribusi	24

4.2.1	Software Etap Power Station.....	24
4.2.2	Simulasi Jaringan Distribusi Menggunakan Etap.....	25
4.3	Memasukkan Data Pada Gambar Single Line	26
4.3.1	Memasukkan Data Sumber Tenaga.....	26
4.3.2	Memasukkan Data Trafo	27
4.3.3	Memasukkan Data Saluran.....	28
4.3.4	Memasukkan Data Beban.....	29
4.4	Analisa Hubung Singkat Menggunakan Software Etap.....	29
4.5	Kondisi Rele Sebelum Dan Setelah Dilakukan Penyetelan Ulang	31
4.5.1	Kondisi Rele Sebelum Dilakukan Penyetelan Ulang	31
4.5.2	Kondisi Rele Setelah Dilakukan Penyetelan Ulang	47
4.6	Perhitungan Indeks Keandalan SAIFI Dan SAIDI	62
4.6.1	Perhitungan Indeks Keandalan SAIFI	62
4.6.2	Perhitungan Indeks Keandalan SAIDI	63
BAB V	PENUTUP	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Trafo	23
Tabel 4.2 Besar Arus Hubung Singkat Pada Penyulang Singosari Sisi Palin Hilir	30
Tabel 4.3 Besar Arus Hubung Singkat Pada Penyulang Singosari Sisi Palin Hulu.....	30
Tabel 4.4 Kondisi Selektivitas Rele Terhadap Recloser Satu Sebelum Penyetelan	
Ulang Pada Penyulang Singosari	44
Tabel 4.5 Kondisi Selektivitas Rele Terhadap Recloser Dua Sebelum Penyetelan	
Ulang Pada Penyulang Singosari	44
Tabel 4.6 Kondisi Selektivitas Rele Terhadap Recloser Tiga Sebelum Penyetelan	
Ulang Pada Penyulang Singosari	45
Tabel 4.7 Kondisi Selektivitas Rele Terhadap Recloser Satu Setelah Penyetelan	
Ulang Pada Penyulang Singosari	60
Tabel 4.8 Kondisi Selektivitas Rele Terhadap Recloser Dua Setelah Penyetelan	
Ulang Pada Penyulang Singosari	60
Tabel 4.9 Kondisi Selektivitas Rele Terhadap Recloser Tiga Setelah Penyetelan	
Ulang Pada Penyulang Singosari	61
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan SAIFI Tahun 2013.....	63
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan SAIDI Tahun 2013	64

DAFTAR GRAFIK

Garfik 4.1 OCR Dengan Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	38
Grafik 4.2 OCR Dengan Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	39
Grafik 4.3 OCR Dengan Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang.....	39
Grafik 4.4 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	40
Grafik 4.5 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	40
Grafik 4.6 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	41
Grafik 4.7 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Ke Tanah Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	41
Grafik 4.8 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Ke Tanah Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	42
Grafik 4.9 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Ke Tanah Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	42
Grafik 4.10 OCR Dengan Gangguan Tiga Fasa Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	43
Grafik 4.11 OCR Dengan Gangguan Tiga Fasa Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	43
Grafik 4.12 OCR Dengan Gangguan Tiga Fasa Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Sebelum Penyetelan Ulang	44
Grafik 4.13 OCR Dengan Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang	54

Grafik 4.14 OCR Dengan Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang	55
Grafik 4.15 OCR Dengan Gangguan Satu Fasa Ke Tanah Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang	55
Grafik 4.16 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang.....	56
Grafik 4.17 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang.....	56
Grafik 4.18 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang.....	57
Grafik 4.19 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Ke Tanah Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang	57
Grafik 4.20 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Ke Tanah Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang	58
Grafik 4.21 OCR Dengan Gangguan Fasa-Fasa Ke Tanah Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang	58
Grafik 4.22 OCR Dengan Gangguan Tiga Fasa Pada Recloser 1 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang.....	59
Grafik 4.23 OCR Dengan Gangguan Tiga Fasa Pada Recloser 2 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang.....	59
Grafik 4.24 OCR Dengan Gangguan Tiga Fasa Pada Recloser 3 Penyulang Singosari Setelah Penyetelan Ulang.....	60
Grafik 4.25 Grafik Perbandingan Sebelum Dan Setelah Di Setting Pada Recloser 1 Penyulang Singosari.....	61
Grafik 4.26 Grafik Perbandingan Sebelum Dan Setelah Di Setting Pada Recloser 2 Penyulang Singosari.....	61

Grafik 4.27 Grafik Perbandingan Sebelum Dan Setelah Di Setting Pada Recloser 3

Penyulang Singosari..... 62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 skema penyaluran sistem distribusi tenaga listrik.....	6
Gambar 2.2 rangkaian dasar sistem proteksi	16
Gambar 3.1 single line diagram gardu induk blimbing penyulang singosari	17
Gambar 3.2 load flow analisis GI blimbing penyulang singosari.....	18
Gambar 3.3 short circuit GI blimbing penyulang singosari.....	19
Gambar 4.1 topologi dari GI blimbing.....	24
Gambra 4.2 tampilan lembar kerja software etap power station 7.0.0.....	25
Gambar 4.3 single line diagram jaringan distribusi dari penyulang singosari menggunakan ETAP Power Station 7.0.0.....	25
Gambar 4.4 cara memasukkan data pada komponen power grid	26
Gambar 4.5 cara memasukkan data pada komponen trafo	27
Gambar 4.6 cara memasukkan data pada komponen kabel	28
Gambra 4.7 cara memasukkan data pada komponen beban	29
Gambar 4.8 pemodelan hubung singkat jaringan distribusi 20 kV.....	30
Gambar 4.9 sebelum melakukan setelan arus lebih pada recloser 1 penyulang singosari.....	31
Gambar 4.10 sebelum melakukan setelan arus lebih pada recloser 2 penyulang singosari.....	31
Gambar 4.11 sebelum melakukan setelan arus lebih pada recloser 3 penyulang singosari.....	32
Gambar 4.12 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ke tanah pada recloser 1 penyulang singosari	32
Gambar 4.13 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ke tanah pada recloser 2 penyulang singosari	33
Gambar 4.14 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ke tanah pada recloser 3 penyulang singosari	33

Gambar 4. 15 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 1 penyulang singosari	34
Gambar 4.16 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 2 penyulang singosari	34
Gambar 4.17 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 3 penyulang singosari	35
Gambar 4.18 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ke tanah pada recloser 1 penyulang singosari	35
Gambar 4.19 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ke tanah pada recloser 2 penyulang singosari	36
Gambar 4.20 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ke tanah pada recloser 3 penyulang singosari	36
Gambar 4.21 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan tiga fasa pada recloser 1 penyulang singosari	37
Gambar 4.22 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan tiga fasa pada recloser 2 penyulang singosari	37
Gambar 4.23 simulasi selektivitas rele terhadap gangguan tiga fasa pada recloser 3 penyulang singosari	38
Gambar 4.24 setelah melakukan setelan rele gangguan ke tanah pada recloser 1 penyulang singosari.....	47
Gambar 4.25 setelah melakukan setelan rele gangguan ke tanah pada recloser 2 penyulang singosari.....	47
Gambar 4.26 setelan rele gangguan ke tanah pada recloser 3 penyulang singosari	48
Gambar 4.27 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari	48
Gambar 4.28 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari	49

Gambar 4.29 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari	49
Gambar 4.30 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 1 penyulang singosari.....	50
Gambar 4.31 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 2 penyulang singosari	50
Gambar 4.32 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 3 penyulang singosari.....	51
Gambar 4.33 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari	51
Gambar 4.34 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari	52
Gambar 4.35 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari	52
Gambar 4.36 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan 3 fasa pada recloser 1 penyulang singosari	53
Gambar 4.37 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan 3 fasa pada recloser 2 penyulang singosari	53
Gambar 4.38 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan 3 fasa pada recloser 3 penyulang singosari	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada suatu sistem distribusi tenaga listrik, tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Keandalan ini dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik bisa mensuplai secara kontinyu dalam satu tahun ke konsumen. Permasalahan yang paling mendasar pada sistem distribusi tenaga listrik adalah terletak pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Dalam operasi sistem distribusi tenaga listrik, sering terjadi berbagai macam gangguan dan kerusakan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Gangguan atau kerusakan dalam sistem distribusi akan mempengaruhi nilai keandalan sistem distribusi tersebut.

Salah satu persyaratan keandalan sistem penyaluran tenaga listrik yang harus dipenuhi untuk pelayanan terhadap konsumen adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil karena meskipun kelangsungan catu daya dapat diandalkan, namun belum tentu untuk mempertahankan tegangan tetap pada sistem distribusi karena tegangan jatuh akan terjadi di semua bagian sistem dan akan berubah dayanya dengan adanya perubahan beban. Selain itu tegangan jatuh dapat terjadi akibat impedansi penghantar pada saluran distribusi.

Keandalan dari sebuah sistem distribusi tenaga listrik juga dapat dinyatakan dari seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama pemadaman tersebut berlangsung, dan berapa lama waktu pemulihan sistem tersebut dapat diatasi. Untuk mengetahui keandalan suatu sistem distribusi maka perlu dihitung indeks keandalannya. Adapun indeks-indeks yang dipergunakan adalah SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

Sistem tenaga listrik memegang peranan penting dalam semua aspek, sehingga faktor keamanan pada pusat pembangkit listrik maupun pada jaringan tegangan menengah sangat diperlukan.

Dalam jaringan distribusi terdapat banyak sekali gangguan yang mengakibatkan penurunan kapasitas daya listrik yang disalurkan ke beban. Hal tersebut dapat mengganggu mekanisme kerja penggunaan maka dari itu untuk memperoleh kontinuitas

pelayanan tersebut penerapan dan penggunaan peralatan proteksi dalam mengatasi gangguan mempunyai peranan yang sangat penting.

Peralatan pengaman dalam sistem tenaga listrik, digunakan sebagai pengaman pada daerah-daerah tertentu. Daerah pengaman tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga di beberapa bagian dalam saluran terjadi tumpang tindih sehingga tidak ada daerah di dalam sistem tenaga listrik yang tidak terlindungi.

Alat proteksi yang digunakan adalah sebauh rele dan perlengkapannya yang bekerja memberi perintah kepada pemutus tenaga untuk membuka atau memisahkan bagian bila terjadi gangguan.

Untuk memudahkan pengaman terhadap gangguan, digunakan rele yang berfungsi membuka dan menutup secara otomatis yang disebut "reclosing (recloser)" dimana sistem kendalinya ada pada kotak kontrol elektronik.

Recloser merupakan suatu peralatan pengaman yang dapat mendeteksi arus lebih karena hubung singkat antara fasa dengan fasa atau fasa dengan tanah, dimana recloser ini memutus arus dan menutup kembali secara otomatis dengan selang waktu yang dapat diatur misal dengan setting interval reclose 1 sampai 5 detik dan setting interval reclose 2 sampai 10 detik dan pada trip ketiga recloser akan membuka tetap dengan sendirinya karena itu bersifat permanen. Peralatan digunakan sebagai pelindung saluran distribusi dan mempunyai peranan penting dalam perlindungan sistem daya karena saluran distribusi merupakan elemen vital suatu jala-jala, yang menghubungkan gardu induk (GI) ke pusat-pusat beban.

Recloser Merupakan salah satu alat pengaman sistim jaringan distribusi tegangan menengah (20 kV) untuk menganalisa adanya gangguan yng bersifat temporer maun permanent.

Prinsip kerja Recloser pada saat jaringan distribusi 20 kV terjadi gangguan recloser akan bekerja yakni dengan memutus aliran daya listrik kemudian menganalisa apakah gangguan tersebut temporer atau permanen. Reaksi yang dilakukan recloser terhadap gangguan yang ada:

1. Jika gangguan yang terjadi bersifat sementara, maka recloser akan memutuskan aliran daya listrik beberapa saat kemudian menyambungkan lagi aliran daya yang terputus.
2. Bila gangguan yang terjadi bersifat permanen maka recloser lock out setelah recloser tersebut mengalami atau melakukan siklus operasi kerjanya dalam mendeteksi gangguan yang ada.

peralatan tersebut berfungsi dan penggunaan peralatan tersebut dalam mengatasi gangguan utamanya bertujuan yang sangat penting.

Perbaikan peralatan dalam sistem tenaga listrik dilakukan sebagai perbaikan pada dasar-dasar tersebut. Untuk perbaikan tersebut dilakukan perbaikan yang sehingga diharapkan dalam sistem tenaga listrik yang tidak terganggu.

Alat proteksi yang digunakan adalah sebagai berikut dan perannya yang berbeda-beda untuk melindungi peralatan tenaga listrik dari gangguan yang dapat disebabkan oleh gangguan.

Untuk melindungi peralatan tenaga listrik dari gangguan yang dapat disebabkan oleh gangguan dan mencegah secara otomatis yang disebut "relaying (releaser)" dimana sistem kendalinya adalah kotak kontrol elektronik.

Releaser merupakan suatu peralatan program yang dapat mendeteksi arus lebih dalam hubungan singkat antara bus dengan bus lain dengan suatu waktu releaser ini menerima arus dan menunda kembali secara otomatis dengan selang waktu yang dapat diatur misal dengan setting interval releaser 1 sampai 2 detik dan setting interval releaser 2 sampai 10 detik dan pada tiap ketiga releaser akan membuka bus dengan sendirinya karena itu bersifat pemutus. Peralatan digunakan sebagai pelindung sistem distribusi dan merupakan bagian penting dalam pertahanan sistem daya karena saluran distribusi merupakan elemen vital suatu jala-jala yang menghubungkan bus bus induk (BI) ke bus bus beban.

Releaser merupakan salah satu alat program sistem tenaga listrik yang digunakan tenaga listrik (20 kV) untuk menganalisa adanya gangguan yang terjadi dan pemutus tenaga listrik.

Prinsip kerja Releaser pada bus tenaga listrik adalah sebagai berikut: Releaser akan bekerja ketika dengan menerima aliran daya listrik kemudian menganalisa apakah gangguan tersebut terdapat atau pemutus. Releaser yang dilakukan releaser terhadap gangguan yang ada.

1. Jika gangguan yang terjadi bersifat sementara maka releaser akan memutuskan aliran daya listrik tersebut dan kemudian melanjutkan lagi aliran daya yang terputus.

2. Jika gangguan yang terjadi bersifat permanen maka releaser lock out setelah releaser tersebut mengidentifikasi atau memutuskan aliran operasi kejutnya dalam mendeteksi gangguan yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah skripsi ini adalah:

1. Bagaimana pemodelan recloser untuk keandalan pada sistem distribusi menggunakan ETAP.
2. Bagaimana menganalisis dan menyetting recloser pada sistem jaringan distribusi agar bekerja maksimal jika terjadi gangguan.
3. Apakah setting recloser sudah sesuai dengan keandalan yang diharapkan sehingga dapat bekerja secara maksimal jika terjadi gangguan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan yang akan dicapai dari penyusunan skripsi ini adalah :

- a. Untuk menganalisis kemampuan sistem keandalan dari recloser jika terjadi gangguan pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV.
- b. Untuk menganalisis seberapa cepat recloser melokalisasi daerah yang terjadi gangguan.
- c. Melakukan simulasi keandalan sistem pengamanan tenaga listrik dan pengevaluasi unjuk kerja sistem tersebut.

1.4 Batasan masalah

Permasalahan yang terdapat pada sistem tenaga listrik adalah bermacam-macam jenisnya, maka mengingat dari judul dari skripsi ini perlu adanya pembatasan permasalahan sebagai berikut.

- Pembahasan mengenai sistem cara kerja dari recloser pada jaringan distribusi 20kV.
- Konfigurasi sistem tenaga listrik yang dianalisa berbentuk radial.
- Menghitung indeks keandalan SAIFI, SAIDI dan CAIDI, berdasarkan laju kegagalan dan waktu perbaikan rata-rata.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang dipakai penulis dalam menyajikan dan menganalisa Skripsi ini adalah :

1. Study Literatur dengan mempelajari teori – teori yang terkait melalui literature yang ada, yang berhubungan dengan penggunaan recloser pada sistem jaringan distribusi 20kV.
2. Pengumpulan data yang diperoleh di Gardu Induk
3. Perencanaan dan perhitungan data-data tersebut diatas, malakukan simulasi program dengan data lapangan sebagai validasi.
4. Simulasi indeks keandalan menggunakan ETAP.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah dari pokok pembahasan yang saling terkait antara satu dengan yang lainnya, yaitu:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi beberapa uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi serta sistematika pembahasan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai teori tentang sitem jaringan distribusi 20kV..

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan data – data tentang sitem pengamanan pada jaringan distribusi, dengan *software* ETAP Power Station yaitu berupa data grafik, table dan gambar rangkaian.

BAB IV. HASIL DAN ANALISIS HASIL

Pada bab ini berisikan tentang hasil analisa simulasi dengan menggunakan *software* ETAP yaitu berupa tampilan data berupa grafik dan table.

BAB V. KESIMPULAN

Merupakan bab terakhir yang merupakan intisari dan hasil pembahasan berisikan kesimpulan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Ketenagalistrikan ^[1]

Gardu induk merupakan salah satu komponen utama dalam suatu proses penyaluran tenaga listrik dari pembangkit ke konsumen. Fungsi dari gardu induk diantaranya adalah :

1. Mentransformasikan tenaga listrik tegangan tinggi yang satu ketegangan tinggi lainnya (500 kV/150kV, 150 kV/70 kV) atau dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 kV/20kV, 70 kV/20 kV).
2. Pengukuran, pengawas operasi serta pengaturan pengamanan dari sistem tenaga listrik.
3. Pengaturan pelayanan beban (daya) ke gardu-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan ke gardu-gardu distribusi setelah melalui proses penurunan tegangan melalui penyulang (feeder) tegangan menengah.

Dari fungsi-fungsi tersebut terlihat bahwa peralatan didalam gardu induk harus memiliki keandalan yang tinggi sehingga kualitas tenaga listrik sampai kekonsumen dapat secara optimal dan konsumen tidak merasa dirugikan.

Sistem tenaga listrik ini mempunyai peranan utama untuk menyalurkan energy listrik yang dibangkitkan oleh generator ke konsumen yang membutuhkan energi listrik tersebut. Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi tiga bagain sub sistem yaitu:

1. Sistem pembangkitan : berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga sebagai prodaktor energi.
2. Sistem transmisi atau penyalur : berfungsi sebagai penyalur daya listrik dalam skala besar dari pembangkit ke bagian system distribusi.
3. Sistem distribusi dan beban : berfungsi sebagai distributor energi ke konsumen yang memerlukan energi tersebut.

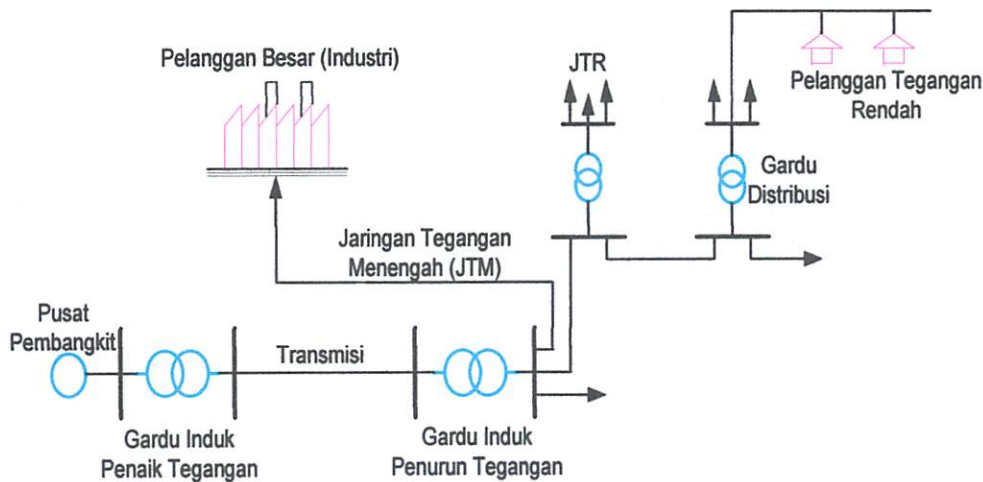
Jaringan distribusi berada pada akhir dari sistem tenaga listrik, perannya mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk atau pembangkit tenaga ke konsumen melalui gardu distribusi.

Pada umumnya sistem distribusi tenaga listrik di Indonesia terdiri atas beberapa bagian, sebagai berikut sebagai berikut:

- Gardu Induk (GI)
- Saluran tegangan menengah (TM)/ Distribusi primer

- Gardu distribusi(GD)
- Saluran tegangan rendah (TR)

Gardu induk akan menerima daya dari saluran transmisi kemudian menyalurkannya melalui saluran distribusi primer menuju gardu distribusi. Sistem jaringan distribusi terdiri dari 2 buah bagian yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Jaringan distribusi sekunder umumnya bertegangan tinggi (20 kV atau 6 kV). Tegangan tersebut kemudian di turunkan oleh transformator distribusi pada gardu distribusi menjadi tegangan rendah (220 atau 380 Volt) untuk selanjutnya disalurkan ke konsumen melalui saluran distribusi primer.



Gambar 2.1 Skema Penyaluran System Distribusi Tenaga Listrik.

2.1.1 Klasifikasi Sistem Jaringan Distribusi ^[2]

Jaringan distribusi dikategorikan kedalam beberapa jenis, sebagai berikut:

- Tegangan pengenalnya :
 - JTM 20 kV
 - JTR 380/220 Volt
- Konfigurasi jaringan primer
 - Jaringan distribusi pola radial
 - Jaringan distribusi pola loop
 - Jaringan distribusi pola loop radial
 - Jaringan distribusi pola grid
 - Jaringan distribusi pola spindel

c. Konfigurasi penghantar jaringan primer

- Konfigurasi penghantar segitiga
- Konfigurasi penghantar vertikal
- Konfigurasi penghantar horisontal

d. Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi di Indonesia

Pentanahan titik netral adalah hubungan titik netral dengan tanah, baik langsung maupun melalui tahanan reaktansi ataupun kumparan Petersen. Di Indonesia sistem pentanahan meliputi empat macam, yaitu ;

1. Sistem distribusi tanpa pentanahan
2. Sistem distribusi pentanahan tak langsung (dengan tahanan)
3. Sistem distribusi pentanahan langsung (solid)
4. Sistem distribusi pentanahan dengan kumparan Petersen

2.1.2 Gangguan Sistem Distribusi ^[2]

Jenis gangguan hubung singkat yang sering terjadi :

a. Hubung singkat satu fasa ke tanah

Hubung singkat satu fasa ke tanah adalah gangguan hubung singkat yang terjadi karena flash over antara penghantar fasa dan tanah (tiang travers atau kawat tanah pada SUTM). Gangguan ini bersifat temporer, tidak ada kerusakan yang permanen di titik gangguan. Pada gangguan yang tembusnya (break down) adalah isolasi udaranya, oleh karena itu tidak ada kerusakan yang permanen. Setelah arus gangguannya terputus, misalnya karena terbukanya circuit breaker oleh relay pengamannya, peralatan atau saluran yang terganggu tersebut siap dioperasikan kembali. Jika terjadi gangguan satu fasa ke tanah, arus gangguannya hampir selalu lebih kecil daripada arus hubung singkat tiga fasa.

b. Hubung singkat dua fasa

Hubung singkat dua fasa adalah gangguan hubung singkat yang terjadi karena bersentuhannya antara penghantar fasa yang satu dengan satu penghantar fasa yang lainnya sehingga terjadi arus lebih (over current). Gangguan ini dapat diakibatkan oleh flash over dengan pohon- pohon yang tertiuip oleh angin. Jika terjadi gangguan hubung singkat dua fasa, arus hubung singkatnya biasanya lebih kecil daripada arus hubung singkat tiga fasa.

- c. Konfigurasi perangkat jaringan printer
- Konfigurasi program scan
- Konfigurasi printer wireless
- Konfigurasi jaringan lokal

4. Sistem Perencanaan Jaringan Lokal di Indonesia

Perencanaan titik awal adalah hubungan titik awal dengan hasil baik langsung maupun tidak langsung. Perencanaan jaringan lokal yang baik dapat meningkatkan produktivitas karyawan perusahaan tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Sistem distribusi topologi perusahaan
2. Sistem distribusi perantara tak langsung (lebaran taburan)
3. Sistem distribusi perantara langsung (solusi)
4. Sistem distribusi perantara dengan kurva perantara

2.1.3. Gangguan Sistem Jaringan

Terdapat gangguan jaringan yang sering terjadi :

a. Hubung singkat atau fase ke tanah

Hubung singkat atau fase ke tanah adalah gangguan hubung singkat yang terjadi karena flash over atau pemindahan fase dan tanah yang tidak ada pemisahan antara busbar (busbar) (gangguan ini disebut pemisahan busbar) yang perannya di titik gangguan pada gangguan yang disebabkan oleh ketidak stabilan isolasi udaranya. Oleh karena itu tidak ada pemisahan yang perannya. Akibatnya gangguan tersebut misalnya karena terdapatnya sistem tenaga oleh sebab itu pemisahan busbar akan seluruh yang terganggu tersebut siap dipisahkan kembali. Jika terjadi gangguan satu fase ke tanah, arus gangguan hanya akan kecil dari pada arus hubung singkat tiga fase.

b. Hubung singkat bus fase

Hubung singkat bus fase adalah gangguan hubung singkat yang terjadi karena pemisahan busbar pemindahan fase yang ada dengan bus pemindahan fase yang lainnya sehingga terjadi bus pemindahan busbar ini dapat dipisahkan oleh flash over dengan busbar yang terganggu. Jika terjadi gangguan hubung singkat bus fase, arus busbar biasanya lebih kecil dari pada arus hubung singkat tiga fase.

c. Hubung singkat tiga fasa

Hubung singkat tiga fasa adalah gangguan hubung singkat yang terjadi karena bersatunya semua ketiga penghantar fasa. Gangguan ini dapat diakibatkan oleh tumbangnya pohon kemudian menimpa kabel jaringan.

2.1.3 Sistem Distribusi 20 kV ^[2]

Keluaran dari trafo daya dikumpulkan dulu pada Bus 20 kV di kubikel Gardu Induk untuk kemudian di distribusikan melalui beberapa penyulang 20 kV ke konsumen dengan jaringan berupa Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) atau Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM). Khusus SUTM, jaringan bisa ditarik sepanjang puluhan sampai ratusan Km termasuk percabangannya dan biasanya ada diluar kota besar. Seperti diketahui di Indonesia, jaringan dengan konduktor telanjang yang digelar di udara bebas banyak mengandung resiko terjadi gangguan hubung singkat fasa-fasa atau satu fasa-tanah. Disepanjang SUTM terdapat percabangan yang dibentuk didalam Gardu Distribusi atau Gardu Tiang. Sementara jaringan SKTM relatif lebih pendek dan berada di dalam kota besar dengan jumlah gangguan relatif sedikit. Bila terjadi gangguan itu biasanya pada sambungan yang akan merupakan gangguan permanen. Seperti halnya di jaringan SUTM, di jaringan SKTM juga terdapat Gardu Distribusi untuk percabangan ke beban konsumen atau percabangan SKTM.

Seringnya gangguan hubung singkat di jaringan menyebabkan sering pula relay proteksi bekerja dan sesering itu pula trafo daya menderita pukulan hubung singkat yang dapat memperpendek umur trafo daya tersebut. Dengan sudah besarnya kapasitas sistem 150 kV, boleh dikatakan hubung singkat di Bus 20 kV tergantung dan dibatasi oleh besarnya kapasitas trafo daya.

2.2 Indeks Keandalan Sistem Distribusi ^[2]

Indeks keandalan adalah keadaan yang diukur berdasarkan pengukuran secara statistic pada system distribusi dengan mambandingkan indeks angka yang ideal. Indeks keandalan dapat diukur pada suatu daerah pelayanan substation atau pada suatu feeder.

Ada dua indeks keandalan yang sering digunakan dalam sistem distribusi yaitu:

- SAIDI (System Average Interruption Duration Index) adalah rata-rata indeks lama waktu padam.

- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) adalah indeks jumlah kali padam dalam satu kurun waktu.

2.2.1 Indeks Frekuensi Pemadaman Rata-Rata (SAIFI)

Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman dalam satu tahun dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani.

$$f = \frac{\sum_{i=1}^m c_i \text{ Pemadaman}}{n \text{ Tahun}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun
- Ci = Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman
- N = Jumlah konsumen yang dilayani.

2.2.3 Indeks Lama Pemadaman Rata-Rata (SAIDI)

Jumlah lamanya pemadaman yang dialami konsumen dalam satu tahun, dibagi dengan jumlah konsumen yang dilayani

$$d = \frac{\sum_{i=1}^m c_i t_i \text{ Jam}}{n \text{ Tahun}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- m = Jumlah pemadaman dalam satu tahun
- ti = Lamanya tiap-tiap pemadaman
- Ci= Jumlah konsumen yang mengalami pemadaman
- N = Jumlah konsumen yang dilayani

2.2.2 Pemodelan Jaringan Radial

Pada rangkaian radial murni, para pelanggan di ujung rangkaian mau tidak mau memiliki keandalan yang paling rendah. Pada rangkaian radial, kita dapat menganalisis keandalan menggunakan kombinasi seri dari unsur individu. Jika salah satu komponen seri antara gardu penyedia listrik dan pelanggan gagal, pelanggan akan kehilangan dayanya. Seri elemen dapat dikombinasikan sebagai.

$$\lambda_s = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n \dots\dots\dots (3)$$

$$U_s = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2 + \dots + \lambda_n r_n \quad (4)$$

$$r_s = \frac{U_s}{1} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana

λ = laju kegagalan, biasanya dalam bentuk gangguan per tahun

U = ketidakterersediaan (total waktu terjadi gangguan), biasanya dalam bentuk per unit atau %

r = rata-rata waktu perbaikan setiap gangguan, biasanya dalam per unit/tahun, %/tahun, jam atau menit

Subskrip S adalah total dari seri kombinasi, dan subskrip 1, 2, ... n menunjukkan parameter dari unsur-unsur individu. Laju kegagalan λ analog dengan *SAIFI*, U adalah analog dengan *SAIDI*, dan r adalah analog. Kita dapat menggunakan dasar ini untuk memperkirakan indeks untuk rangkaian radial.

Untuk meningkatkan keandalan untuk pelanggan, suplai distribusi paralel diperlukan. Menganalisis keandalan dari sistem yang saling berhubungan lumayan sulit. Beberapa teknik analisis tersedia, dan beberapa diantaranya cukup rumit. Dengan beberapa komponen secara seri dan paralel, kita dapat menemukan tingkat kegagalan dan durasi dengan menyederhanakan jaringan menggunakan seri atau paralel kombinasi unsur. Elemen paralel digabungkan dengan

$$\lambda_p = \frac{U_p}{r_p} \dots\dots\dots (6)$$

$$U_p = U_1 \times U_2 \times \dots\dots + U_n = \lambda_1 \times \dots\dots \times \lambda_n \times r_1 \times \dots\dots \times r_n (7)$$

$$r_p = \frac{1}{1/r_1 + 1/r_2 + \dots\dots + 1/r_n} \dots\dots\dots (8)$$

Misalkan untuk $n=2$,

$$\lambda_p = \frac{U_p}{r_p} = \lambda_1 U_2 + \lambda_2 U_1 = \lambda_1 \lambda_2 (r_1 + r_2) \dots\dots (9)$$

Subskrip P adalah total dari kombinasi paralel. Perlu diketahui bahwa unit harus tetap sama: λ (laju kegagalan) memiliki satuan 1/years, sehingga waktu perbaikan, r , harus dalam satuan tahun. Biasanya, ini berarti membagi r oleh 8.760 jika r adalah dalam jam atau 525.600 jika r adalah dalam beberapa menit.

2.2.3 Automatic Circuit Recloser ^[4]

Automatic Circuit Recloser atau Pemutus Balik Otomatis lebih dikenal dengan recloser pada dasarnya adalah *Circuit Breaker*/Pemutus Beban yang dilengkapi dengan Peralatan Kontrol/*Control Device*. *ACR* mulai bekerja saat mendapat tegangan positif dari *Ground Fault Rele/GFR* yaitu ketika *GFR* bekerja memberikan perintah trip ke *CB*. Elemen yang start adalah elemen *DT (Dead Time Delay Element)*, setelah beberapa

waktu elemen *DT* menutup kontakannya dan memberi perintah masuk ke *CB* dan *mengenergize* elemen *BT* (*Blocking Time Delay Element*). Element *DT* ini segera membuka rangkaian *closing coil* *CB* sehingga *CB* tidak bisa *reclose*. Setelah beberapa waktu sesuai settingnya elemen *BT* akan reset yang berarti *DT* bekerja kembali siap untuk melakukan *reclosing* lagi.

Cara menempatkan recloser sehingga diperoleh hasil indeks keandalan yang terbaik setelah dipasang recloser tersebut. Analisis yang dilakukan pertama kali adalah mencari hubungan antara recloser dengan keandalan sistem tenaga listrik. Masing-masing peralatan listrik tegangan tinggi mempunyai nilai laju kegagalan peralatan dan waktu keluar peralatan. Nilai keandalan sistem tenaga listrik tersebut ditinjau dari nilai *SAIDI* dan *SAIFI*.

2.3 Fungsi Sistem Proteksi ^[3]

Keandalan dan kemampuan suatu sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen sangat tergantung pada sistem proteksi yang digunakan. Oleh sebab itu dalam perancangan suatu sistem tenaga listrik, perlu dipertimbangkan kondisi-kondisi gangguan yang mungkin terjadi pada sistem, melalui analisa gangguan. Dari hasil *analisa gangguan*, dapat ditentukan sistem proteksi yang akan digunakan, seperti: spesifikasi switchgear, rating circuit breaker (CB) serta penetapan besaran-besaran yang menentukan bekerjanya suatu relay (setting relay) untuk keperluan proteksi. Artikel ini akan membahas tentang karakter serta gangguan-gangguan dan sistem proteksi yang digunakan pada sistem tenaga listrik yang meliputi: generator, transformer, jaringan dan busbar.

2.3.1 Definisi Sistem Proteksi

Proteksi sistem tenaga listrik adalah sistem proteksi yang dipasang pada peralatan-peralatan listrik suatu sistem tenaga listrik, misalnya generator, transformator, jaringan dan lain-lain, terhadap kondisi abnormal operasi sistem itu sendiri. Kondisi abnormal itu dapat berupa antara lain: hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih, frekuensi sistem rendah, asinkron dan lain-lain.

a). Gangguan sistem

adalah gangguan yang terjadi di sistem tenaga listrik (sisi primer) seperti pada generator, transformator, SUTT, SKTT dan lain sebagainya. Gangguan sistem dapat dikelompokkan sebagai gangguan permanen dan gangguan temporer.

1. **Gangguan temporer** adalah gangguan yang hilang dengan sendirinya bila PMT terbuka, misalnya sambaran petir yang menyebabkan flash over pada isolator SUTT. Pada keadaan ini PMT dapat segera dimasukkan kembali, secara manual atau otomatis dengan Auto Recloser.

2. **Gangguan permanen** adalah gangguan yang tidak hilang dengan sendirinya, sedangkan untuk pemulihan diperlukan perbaikan, misalnya kawat SUTT putus.

b). Gangguan Non Sistem

PMT terbuka tidak selalu disebabkan oleh terjadinya gangguan pada sistem, dapat saja PMT terbuka oleh karena relai yang bekerja sendiri atau kabel kontrol yang terluka atau oleh sebab interferensi dan lain sebagainya. Gangguan seperti ini disebut gangguan bukan pada sistem, selanjutnya disebut gangguan non-sistem (sisi sekunder).

Jenis gangguan non-sistem antara lain:

- kerusakan komponen relai,
- kabel kontrol terhubung singkat,
- interferensi / induksi pada

2.3.2 Keandalan Kualitas Listrik ^[5]

Dengan kata lain sistem proteksi itu bermanfaat untuk:

1. Menghindari ataupun mengurangi kerusakan peralatan-peralatan akibat gangguan (kondisi abnormal operasi sistem). Semakin cepat perangkat proteksi yang digunakan maka akan semakin sedikit pengaruh gangguan kepada kemungkinan kerusakan alat.
2. luas daerah yang mengalami gangguan, menjadi sekecil mungkin.
3. Dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen dan juga mutu listrik yang baik.
4. Mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Mengenai arus-arus yang timbul dari berbagai *tipe gangguan* pada suatu lokasi merupakan hal yang sangat esensial bagi pengoperasian *sistem proteksi* secara efektif. Jika terjadi gangguan pada sistem, para operator yang merasakan adanya gangguan tersebut diharapkan segera dapat mengoperasikan circuit-circuit Breaker yang tepat untuk mengeluarkan sistem yang terganggu atau memisahkan pembangkit dari jaringan yang terganggu. Sangat sulit bagi seorang operator untuk mengawasi gangguan-gangguan yang mungkin terjadi dan menentukan CB mana yang dioperasikan untuk mengisolir gangguan tersebut secara manual.

Mengingat arus gangguan yang cukup besar, maka perlu secepat mungkin dilakukan proteksi. Hal ini perlu suatu peralatan yang digunakan untuk mendeteksi keadaan-keadaan yang tidak normal tersebut dan selanjutnya menginstruksikan circuit breaker yang tepat untuk bekerja memutuskan rangkaian atau sistem yang terganggu. Dan peralatan tersebut kita kenal dengan Relay.

Ringkasnya proteksi dan tripping circui-circuit yang berhungan mempunyai beberapa fungsi pokok yaitu.

- Mengisolir peralatan yang terganggu agar bagian-bagian yang lainnya tetap beroperasi seperti biasa.
- Membatasi kerusakan peralatan akibat panas lebih (heating), pengaruh gaya-gaya mekanik dst.
- Mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal pada bagian sistem yang diamankan.

2.4 Persyaratan Kualitas Sistem Proteksi

Ada beberapa persyaratan yang sangat perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan sistem proteksi yang efektif, yaitu:

a) Selektivitas Dan Diskriminasi

Efektivitas suatu sistem proteksi dapat dilihat dari kesanggupan sistem dalam mengisolir bagian yang mengalami gangguan saja.

b) Stabilitas

Sifat yang tetap inoperatif apabila gangguan-gangguan terjadi diluar zona yang melindungi (gangguan luar).

c) Kecepatan Operasi

Sifat ini lebih jelas, semakin lama arus gangguan terus mengalir, semakin besar kemungkinan kerusakan pada peralatan. Hal yang paling penting adalah perlunya membuka bagian-bagian yang terganggu sebelum generator-generator yang dihubungkan sinkron kehilangan sinkronisasi dengan sistem. Waktu pembebasan gangguan yang tipikal dalam sistem-sistem tegangan tinggi adalah 140 ms. Dimana dimasa mendatang waktu ini hendak dipersingkat menjadi 80 ms sehingga memerlukan relay dengan kecepatan yang sangat tinggi (very high speed relaying).

d) Sensitivitas (Kepekaan)

Yaitu besarnya arus gangguan agar alat bekerja. Harga ini dapat dinyatakan dengan besarnya arus dalam jaringan aktual (arus primer) atau sebagai prosentase dari arus sekunder (trafo arus).

e) Pertimbangan Ekonomis

Dalam sistem distribusi aspek ekonomis hampir mengatasi aspek teknis, oleh karena jumlah feeder, trafo dan sebagainya yang begitu banyak, asal saja persyaratan keamanan yang pokok dipenuhi. Dalam suatu sistem transmisi justru aspek teknis yang penting. Proteksi relatif mahal, namun demikian pula sistem atau peralatan yang dilindungi dan jaminan terhadap kelangsungan peralatan sistem adalah vital. Biasanya digunakan dua sistem proteksi yang terpisah, yaitu proteksi primer atau proteksi utama dan proteksi pendukung (back up).

f) Realiabilitas (Keandalan)

Sifat ini jelas, penyebab utama dari "outage" rangkaian adalah tidak bekerjanya proteksi sebagaimana mestinya (mal operation).

g) Proteksi Pendukung

Proteksi pendukung (back up) merupakan susunan yang sepenuhnya terpisah dan yang bekerja untuk mengeluarkan bagian yang terganggu apabila proteksi utama tidak bekerja (fail). Sistem pendukung ini sedapat mungkin indenpenden seperti halnya proteksi utama, memiliki trafo-trafo dan rele-rele tersendiri. Seringkali hanya tripping CB dan trafo -trafo tegangan yang dimiliki bersama oleh keduanya. Tiap-tiap sistem proteksi utama melindungi suatu area atau zona sistem daya tertentu. Ada kemungkinan suatu daerah kecil diantara zona -zona yang berdekatan misalnya antara trafo-trafo arus dan circuit breaker-circuit breaker tidak dilindungi. Dalam keadaan seperti ini sistem back up (yang dinamakan, remote back up) akan memberikan perlindungan karena berlapis dengan zona-zona utama. Pada sistem distribusi aplikasi back up digunakan tidak seluas dalam sistem transmisi, cukup jika hanya mencakup titik-titik strategis saja. Remote back up akan bereaksi lambat dan biasanya memutus lebih banyak dari yang diperlukan untuk mengeluarkan bagian yang terganggu.

4) Resiliensi (Ketahanan)

Yaitu kemampuan untuk kembali ke keadaan normal setelah mengalami gangguan atau bencana. Hal ini berkaitan dengan kemampuan untuk bertahan dan melanjutkan proses-proses yang ada.

5) Pertahanan Ekonomi

Dalam sistem, istilah ini mengacu pada kemampuan sistem untuk mempertahankan fungsinya yang penting pada saat krisis. Hal ini berkaitan dengan kemampuan sistem untuk mempertahankan fungsinya yang penting pada saat krisis. Hal ini berkaitan dengan kemampuan sistem untuk mempertahankan fungsinya yang penting pada saat krisis. Hal ini berkaitan dengan kemampuan sistem untuk mempertahankan fungsinya yang penting pada saat krisis.

6) Resiliensi (Ketahanan)

Yaitu kemampuan untuk kembali ke keadaan normal setelah mengalami gangguan atau bencana. Hal ini berkaitan dengan kemampuan sistem untuk mempertahankan fungsinya yang penting pada saat krisis.

7) Protokol Pemulihan

Protokol pemulihan (back up) merupakan serangkaian prosedur yang harus diikuti untuk memastikan bahwa data yang diperlukan untuk melanjutkan operasi sistem tersedia. Protokol pemulihan (back up) merupakan serangkaian prosedur yang harus diikuti untuk memastikan bahwa data yang diperlukan untuk melanjutkan operasi sistem tersedia. Protokol pemulihan (back up) merupakan serangkaian prosedur yang harus diikuti untuk memastikan bahwa data yang diperlukan untuk melanjutkan operasi sistem tersedia. Protokol pemulihan (back up) merupakan serangkaian prosedur yang harus diikuti untuk memastikan bahwa data yang diperlukan untuk melanjutkan operasi sistem tersedia.

2.5 Komponen-Komponen Sistem Proteksi

Secara umum, komponen-komponen sistem proteksi terdiri dari:

2.5.1 Circuit Breaker, CB (Sakelar Pemutus, PMT)

Circuit Breaker (CB) adalah salah satu peralatan pemutus daya yang berguna untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian listrik dalam kondisi terhubung ke beban secara langsung dan aman, baik pada kondisi normal maupun saat terdapat gangguan. Berdasarkan media pemutus listrik / pemadam bunga api, terdapat empat jenis CB sbb:

- *Air Circuit Breaker (ACB)*, menggunakan media berupa udara.
- *Vacuum Circuit Breaker (VCB)*, menggunakan media berupa vakum.
- *Gas Circuit Breaker (GCB)*, menggunakan media berupa gas SF₆.
- *Oil Circuit Breaker (OCB)*, menggunakan media berupa minyak.

2.5.2 Relay/ Coil

Rele / *Relay* berasal dari teknik telegrafi, dimana sebuah *coil* di-energize oleh arus lemah, dan *coil* ini menarik *armature* untuk menutup kontak. Rele merupakan jantung dari proteksi sistem Tenaga Listrik, dan telah berkembang menjadi peralatan yang rumit. Rele dibedakan dalam dua kelompok :

- *Komparator* Mendeteksi dan mengukur kondisi abnormal, dan membuka/menutup kontak (trip).
- *Auxiliary relays* Dirancang untuk dipakai di *auxiliary circuit* yang dikontrol oleh rele komparator, dan membuka/menutup kontak-kontak lain (yang umumnya berarus kuat).

2.5.3 Trafo arus (Current Transformer, CT)

Current Transformer (CT) adalah suatu perangkat listrik yang berfungsi menurunkan arus yang besar menjadi arus dengan ukuran yang lebih kecil. CT digunakan karena dalam pengukuran arus tidak mungkin dilakukan langsung pada arus beban atau arus gangguan, hal ini disebabkan arus sangat besar dan bertegangan sangat tinggi. Karakteristik CT ditandai oleh *Current Transformer Ratio (CTR)* yang merupakan perbandingan antara arus yang dilewatkan oleh sisi primer dengan arus yang dilewatkan oleh sisi sekunder.

2.5.4 Trafo tegangan (Potential Transformer, PT)

Potential Transformer adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi menurunkan tegangan yang tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah yang sesuai dengan *setting* relay. Trafo ini juga memiliki angka perbandingan lilitan/tegangan primer dan sekunder yang menunjukkan kelasnya.

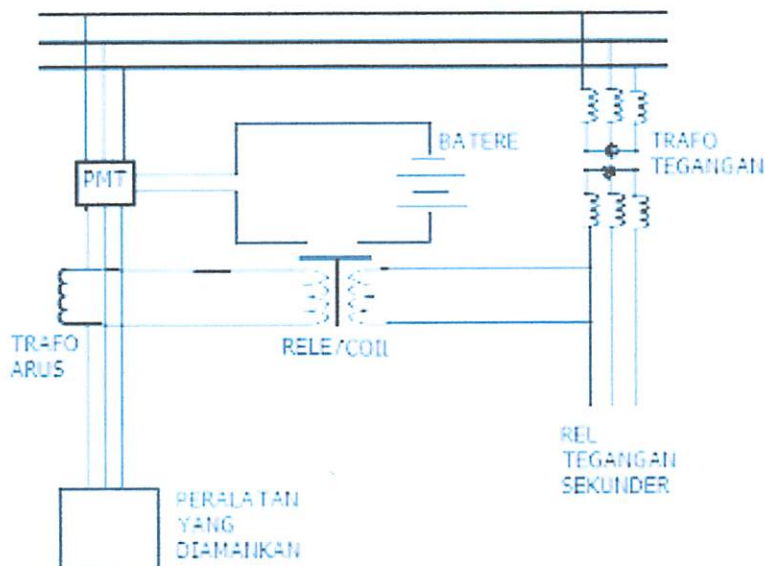
2.5.5 Kabel control/ wiring

Kabel sebagai penghantar aliran listrik, bahan yang paling sering digunakan adalah tembaga (Cu) karena mempunyai sifat konduktivitas listrik yang tinggi.

2.5.6 Catu daya, Power Supply (batere)

DC System Power Supply merupakan pencatu daya cadangan yang terdiri dari *Battery Charger*, sebagai peralatan yang mengubah tegangan AC ke DC, dan *Battery*, sebagai penyimpan daya cadangan. Sebagai peralatan proteksi, *DC System Power Supply* merupakan peralatan yang sangat vital karena jika terjadi gangguan dan kontak telah terhubung, maka *DC System Power Supply* akan bekerja yang menyebabkan CB membuka. *Charger* sebenarnya adalah sumber utama dari DC *power supply*, karena *charger* adalah alat untuk merubah AC *power* menjadi DC *power* (rectifier).

Rangkaian Dasar Proteksi



Gambar. 2.2 Rangkaian Dasar Sistem Proteksi

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Yang Digunakan

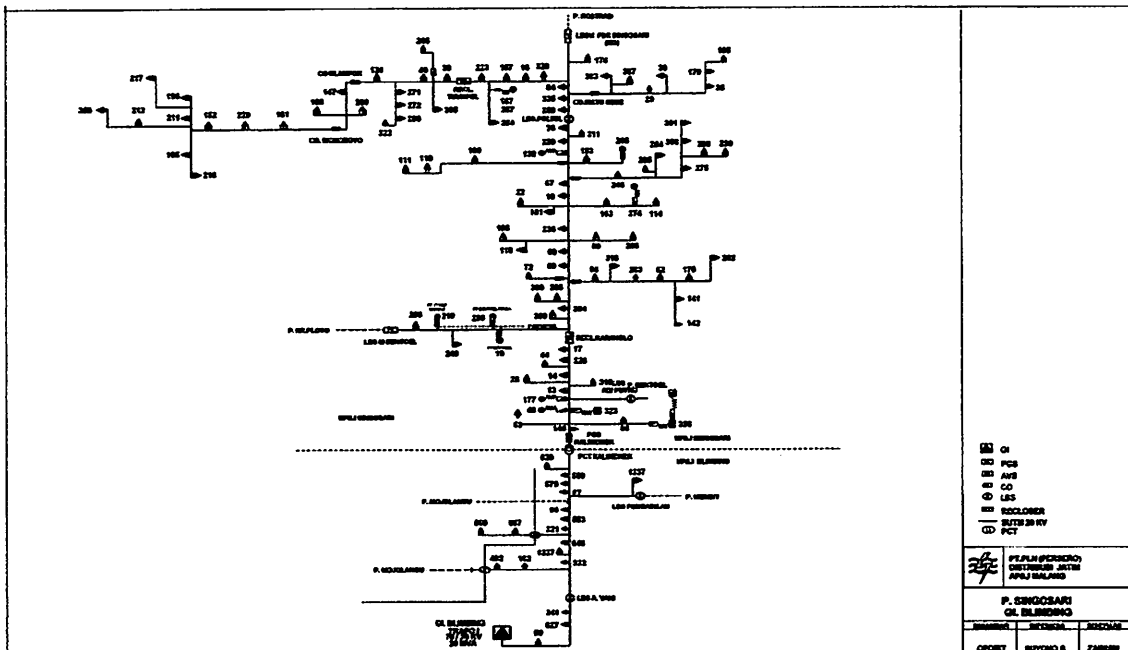
Dalam pengujian Recloser ini menggunakan acuan Standart ANSI/IEEE. Pengujian dan penelitian tentang recloser dimulai dari sisi 70 kV sampai dengan 20 kV Gardu induk agar selektifitas dan kinerja recloser dapat terkoordinasi dengan baik. Perhitungan dilakukan dengan *Star Protective Device Cordination* yang ada di *software ETAP* untuk mengetahui seberapa besarkah selektifitas pengkoordinasian kinerja Recloser disetting sebelum gangguan dan Recloser disetting setelah gangguan terjadi.

3.2 Bahan Dan Peralatan Yang Digunakan

Bahan dan peralatan yang digunakan yaitu sebuah komputer yang pengujian dan perhitungannya menggunakan software ETAP POWER STATION 7.0.

3.3 Masukan data saluran dan data beban

3.3.1 Single Line Diagram Gardu Induk Bilimbing

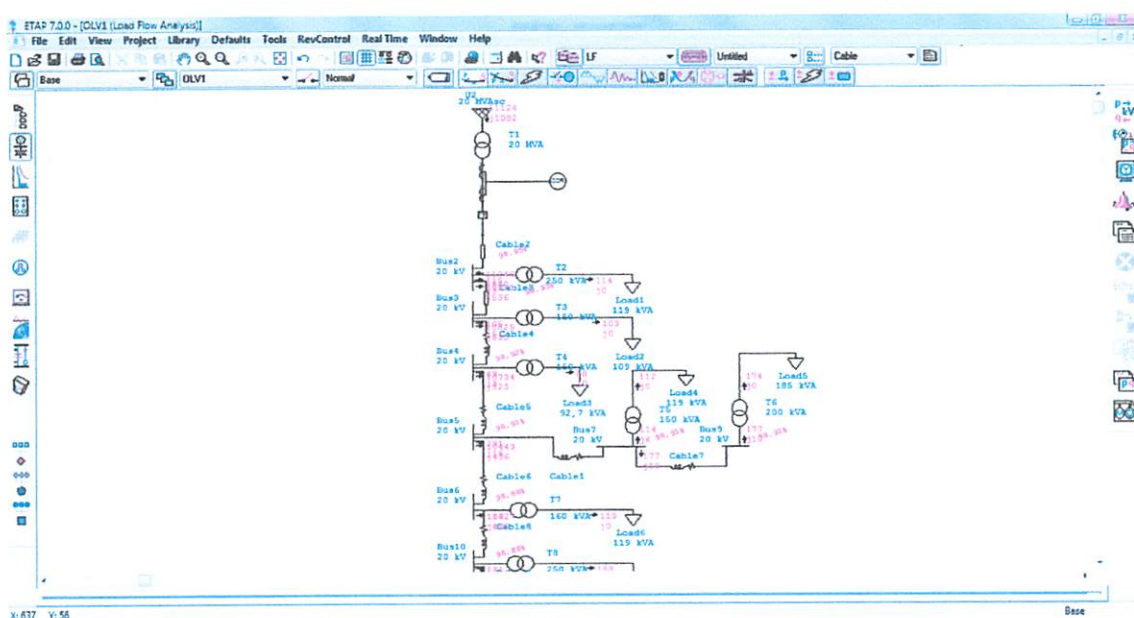


Gambar 3.1

Single line diagram gardu induk bilimbing Penyulan Singosari

3.2 Simulasi Load Flow Analysis

Percobaan aliran daya ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran daya yang berupa pengaruh dari variasi beban dan rugi-rugi transmisi pada aliran daya dan juga mempelajari adanya tegangan jatuh di sisi beban. Aliran daya pada suatu sistem tenaga listrik secara garis besar adalah suatu peristiwa daya yang mengalir berupa daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dari suatu sistem pembangkit (sisi pengirim) melalui suatu saluran atau jaringan transmisi hingga sampai ke sisi beban (sisi penerima). Pada kondisi ideal, maka daya yang diberikan oleh sisi pengirim akan sama dengan daya yang diterima beban. Namun pada kondisi real, daya yang dikirim sisi pengirim tidak akan sama dengan yang diterima beban.

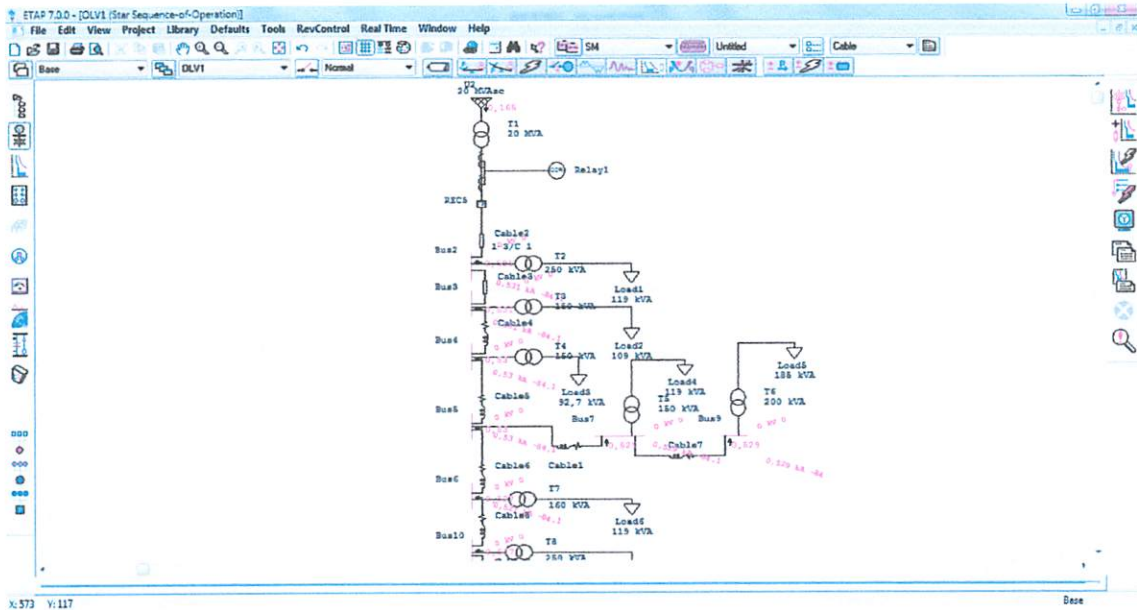


Gambar 3.2 Load Flow Analysis GI Blimbing Penyulung Singosari

3.3.3 Simulasi Short Circuit

Pada suatu sistem tenaga listrik tidak dapat dihindari adanya gangguan, walaupun sudah didesain sebaik mungkin. Hal ini dapat disebabkan oleh kerusakan isolasi pada sistem tenaga listrik ataupun gangguan dari luar seperti dahan pohon dan sebagainya yang mengakibatkan terjadinya hubung singkat. Adanya hubung singkat menimbulkan arus lebih yang pada umumnya jauh lebih besar daripada arus pengenal peralatan dan terjadi penurunan tegangan pada sistem tenaga listrik, sehingga bila gangguan tidak segera dihilangkan dapat merusak peralatan dalam sistem tersebut.

Besarnya arus hubung singkat yang terjadi sangat dipengaruhi oleh jumlah pembangkit yang masuk pada sistem, letak gangguan dan jenis gangguan.



Gambar 3.3 Short Circuit G.I Blimbing Penyulan Singosari

3.4 Setting Recloser

Pada suatu gangguan permanen, recloser berfungsi memisahkan daerah atau jaringan yang terganggu sistemnya secara cepat sehingga dapat memperkecil daerah yang terganggu pada gangguan sesaat, recloser akan memisahkan daerah gangguan secara sesaat sampai gangguan tersebut akan masuk kembali sesuai settingannya sehingga jaringan atau sistem tersebut akan aktif kembali secara otomatis. Untuk lebih lengkapnya dibawah ini adalah beberapa setting waktu pada gangguan yang terjadi.

1. Setting recloser terhadap gangguan permanen

- Interval 1st : 5 detik
- 2nd : 10 detik
- Lock out : 3X trip (reclose 2X)
- Reset delay : 90 detik

2. Setting recloser terhadap gangguan sesaat sama dengan gangguan permanen yang membedakan adalah tidak ada trip ke 3.

3.5 Perhitungan Indeks Keandalan

Indeks SAIFI dan SAIDI pada tahun 2013 yang memuat penyebab gangguan (Pemadaman karena gangguan pemadaman terencana), Jumlah pelanggan padam, jumlah jam pelanggan padam, hasil dari SAIFI dan SAIDI pada masing-masing gangguan dan jumlah rata-rata jam padam. Untuk lebih rinci dapat diperlihatkan dibawah ini:

3.5.1 Perhitungan Indeks keandalan SAIFI

Analisa indeks frekuensi pemadaman rata-rata (SAIFI) dari januari sampai dengan desember 2013 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Saifi = Ci / N \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

Ci = Jumlah pelanggan padam

N = Jumlah pelanggan

Untuk bulan januari:

- Jumlah pelanggan (Ci)
- Jumlah pelanggan (N)

Jadi indeks frekuensi pemadaman rata-rata (SAIFI) yakni:

$$SAIFI = \text{Pemadaman} / \text{tahun}$$

3.5.2 Perhitungan Indeks keandalan SAIDI

Analisa Indeks Lama Pemadaman Rata-rata (SAIDI) dari Januari sampai dengan Desember 2013 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Saidi = Ci.ti / N \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

Ci.ti = Jam pelanggan padam

N = Jumlah pelanggan

Untuk bulan Januari

- Jam x pelanggan padam (Ci.ti)
- Jumlah pelanggan (N)

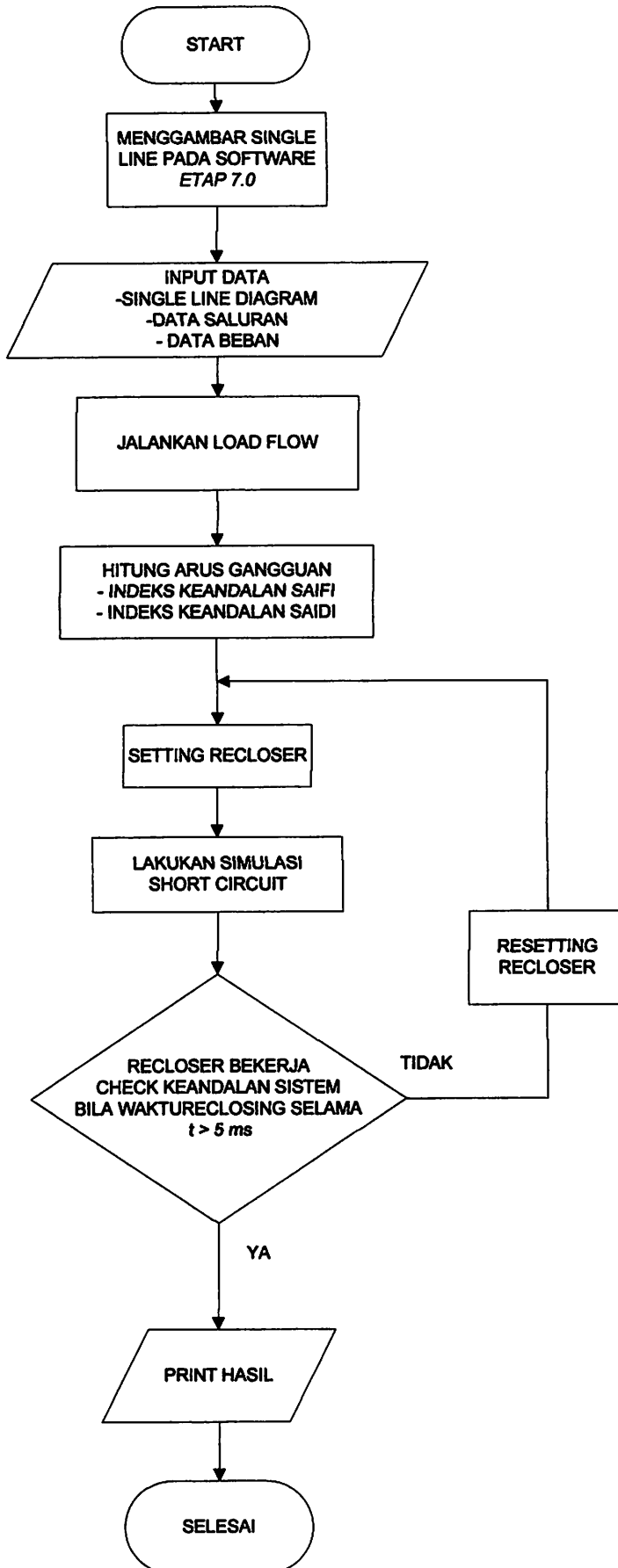
Jadi Indeks pemadaman rata-rata (SAIDI) yakni:

$$\text{SAIDI} = \text{Jam} / \text{Tahun}$$

3.6 Algoritma Simulasi Pada Software ETAP Power Station 7.0.0

1. Start
2. Mengambar diagram PLN Penyulan tersebut di software ETAP
3. Memasukan semua data saluran dan data beban yang telah didapatkan ke dalam ETAP
4. Menjalankan program
5. Melihat apakah ada kesalahan yang ada setelah program itu dijalankan atau di Load Flow.
6. Menghitung arus hubung singkat untuk menguji kinerja Recloser dengan menggunakan short circuit analisis yang ada pada ETAP.
7. Hitung indeks keadalan SAIFI dan SAIDI
8. Keluarkan report untuk mengetahui perhitungan arus gangguan yang terjadi pada saat program dijalankan.
9. Menentukan apakah setingan Recloser itu sudah benar atautkah perlu untuk penyetingan ulang.
10. Kesimpulan dari pengujian yang dilakukan.
11. Selesai.

3.7 Flowchart Keandalan Recloser



BAB IV

HASIL DAN ANALISIS HASIL

4.1. Data Yang Digunakan Dalam Penelitian

Data yang digunakan adalah data-data teknis yang dimiliki Gardu Induk Blimbing, pada Penyulang Singosari Malang yang meliputi:

4.1.1. Data trafo

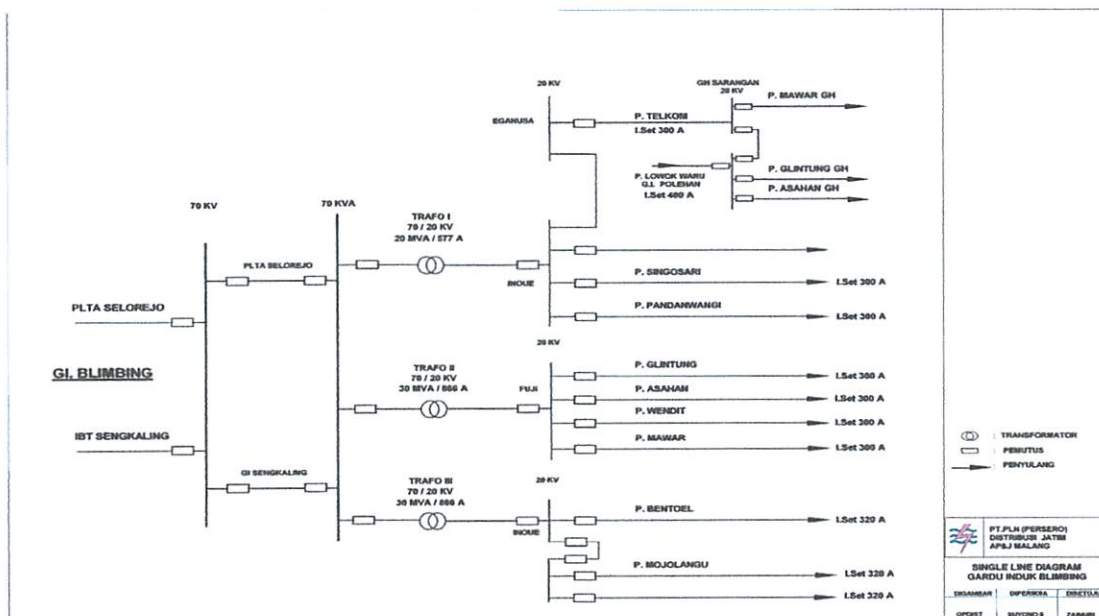
Dari hasil analisa data trafo primer atau trafo penaik tegangan. Untuk menganalisa arus gangguan yang terjadi pada Gardu Induk blimbing dengan tegangan 70 kV pada trafo ini di dapat sebagai berikut:

Tabel 4.1. Data Trafo

NO TRAFU	1
MERK	UNINDO
VECTOR GROUP	YNNO (ds)
ARUS	230,9 / 577 A
TEGANGAN KERJA	70/20 KV
DAYA	20 MVA
IMPEDANSI	12,39
JENIS MINYAK	JEPANG

4.1.2 Saluran Distribusi 20 kV Keluaran Gardu Induk Blimbing

Gardu Induk Blimbing adalah gardu induk yang terdapat trafo step down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan saluran transmisi 70 kV menjadi saluran distribusi 20 kV. Pada G.I. Blimbing terdapat 3 buah trafo yaitu trafo I dengan kapasitas 20 MVA, trafo II dengan kapasitas 30 MVA dan trafo III dengan kapasitas 30 MVA. Pada trafo I mensuplai daya pada penyulang Telkom, penyulang Singosari, penyulang Pandanwangi, pada trafo II mensuplai penyulang Glintung, penyulang Asahan, penyulang Wendit dan penyulang Mawar. Sedangkan pada trafo III mensuplai penyulang Bentoel dan penyulang Mojolangu.



Gambar 4.1
Topologi penyulang dari G.I. Blimbing.

4.1.3 Lokasi Dan Waktu Pengambilan Data

Lokasi pengambilan data untuk penelitian skripsi ini adalah PT. PLN (PERSERO) Area Pelayanan Jaringan Malang. Waktu pengambilan data dilakukan pada tanggal 05 Mei 2014 sampai tanggal 31 Mei 2014.

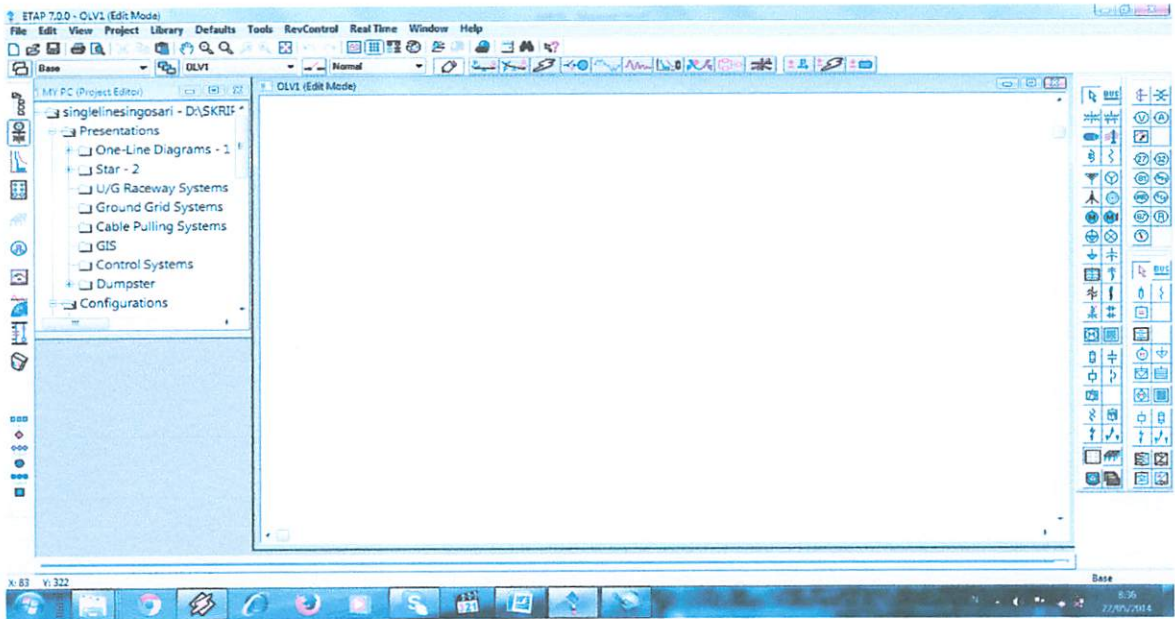
4.2 Analisis Aliran Daya Pada Saluran Distribusi

Pada skripsi ini, proses analisis aliran daya menggunakan Electrical Transient Analyzer Program (ETAP) Power Station Versi 7.0.0 sebagai alat komputasi teknik untuk menganalisis rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran distribusi 20 kV dari Gardu Induk Blimbing. Data yang digunakan adalah data pada penyulang Singosari.

4.2.1 Software ETAP Power Station

Pada prinsipnya aplikasi perangkat lunak software Etap Power Station pada komputer digital bertujuan untuk mempermudah dilakukannya analisis terhadap tenaga listrik, terutama terhadap sistem yang besar dan kompleks. Salah satu software khusus yang mempermudah perhitungan analisis sistem tenaga listrik ini adalah ETAP Power Station. Untuk menganalisa setelan waktu kerja recloser dan koordinasinya pada sistem tenaga listrik menggunakan fitur Star-protective device coordination pada toolbars

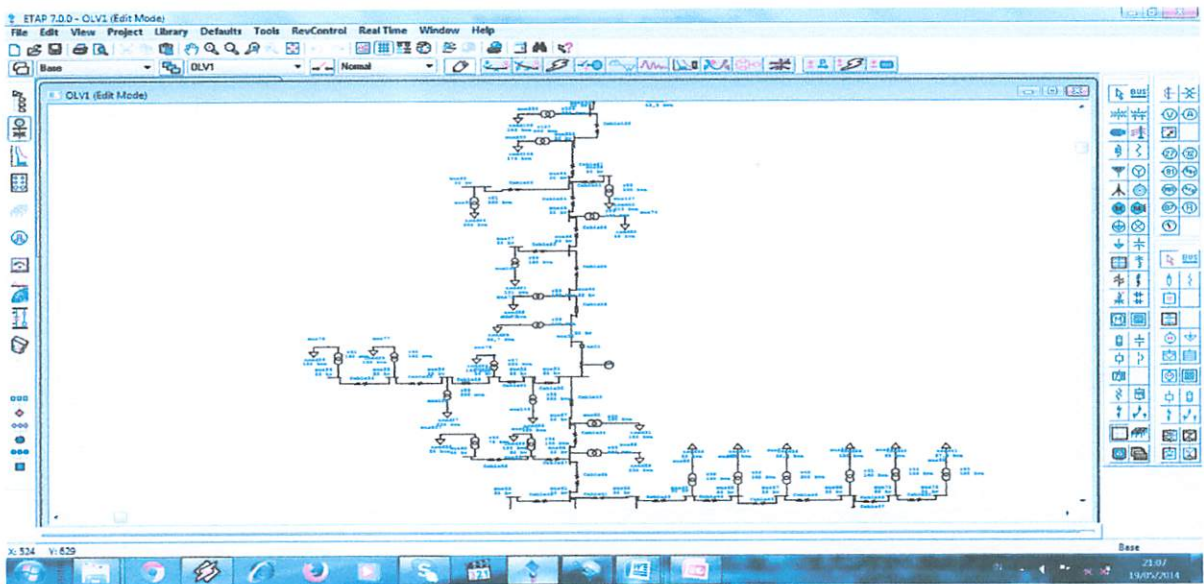
software Etap, pada fitur ini simulasi sistem berjalan secara real time untuk mengetahui kinerja Recloser setelan waktu pada pemodelan sistem tenaga.



Gambar 4.2
Tampilan lembar kerja Software ETAP Power Station 7.0.0

4.2.2 Simulasi Jaringan Distribusi Menggunakan ETAP

Untuk mendapatkan nilai dari perhitungan rugi-rugi daya pada feeder G.I. Blimbing pada penyulang Singosari, terlebih dahulu dibuat gambar simulasi single-line diagram menggunakan software ETAP 7.0.0



Gambar 4.3
Single Line Diagram Jaringan Distribusi dari penyulang Singosari menggunakan ETAP 7.0.0

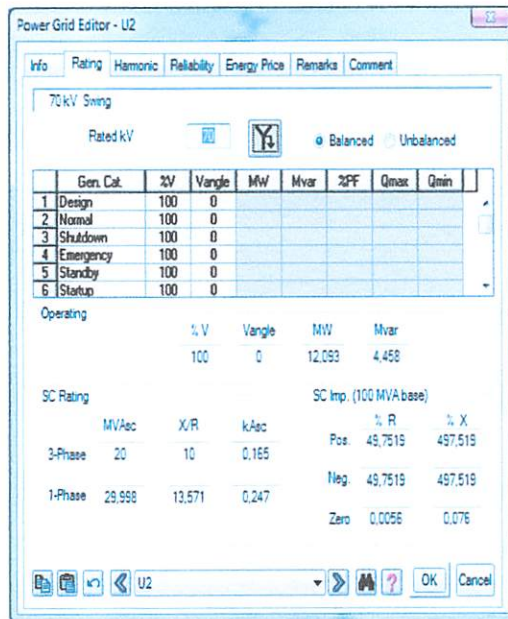
Pada proses pembuatan single line pada gambar 4.2 pertama-tama yang harus dilakukan adalah menentukan berapa jumlah bus pada tiap-tiap penyulang yang ada. Untuk menentukan jumlah bus, dapat ditentukan dari banyaknya jumlah trafo-trafo beban yang dipisahkan oleh LBS (Load Breaker Switch). Setiap sejumlah trafo yang dipisahkan oleh LBS disebut dengan bus beban. Kapasitas beban tiap bus dapat dilihat dari jumlah total kapasitas trafo beban pada bus tersebut. Untuk data nilai beban pada tiap-tiap penyulang dan masing-masing bus.

4.3 Memasukkan Data Pada Gambar Single-Line

Sebelum menjalankan program simulasi, terlebih dahulu perlu untuk dimasukkan data-data tiap-tiap komponen yang ada pada gambar single-line diagram.

4.3.1 Memasukkan Data Sumber Tenaga

Pada skripsi ini menggunakan komponen power grid pada ETAP sebagai komponen sumber tenaga untuk mensuplai jaringan secara keseluruhan. Cara memasukkan datanya adalah seperti terlihat pada tampilan Command Windows Power Grid pada Gambar 4.3.



Gambar 4.4

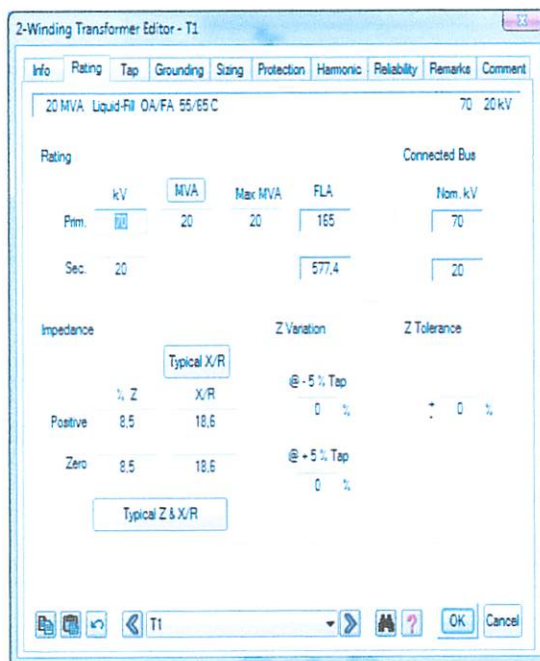
Cara memasukkan data pada komponen power grid

Cara memasukkan data ke komponen power grid pada Command Windows seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 adalah klik dua kali pada komponen power

grid, pada 'Info' pilih 'Swing' kemudian pilih 'Rating' dan yang diinputkan adalah data tegangan sumber, daya aktif dan daya reaktif yang nantinya akan mensuplai jaringan. Setelah selesai menginputkan nilai data yang dibutuhkan pada komponen power grid, klik 'Ok'.

4.3.2 Memasukkan Data Trafo

Data yang digunakan adalah Kapasitas Trafo (kVA) dan pada G.I. Blimbing, trafo yang digunakan adalah trafo dengan kapasitas 20 MVA dengan tegangan sisi primer 70 kV dan sisi sekunder 20 kV. Cara memasukkan datanya adalah seperti terlihat pada tampilan Command Windows 2 Winding Transformator pada Gambar 4.4.



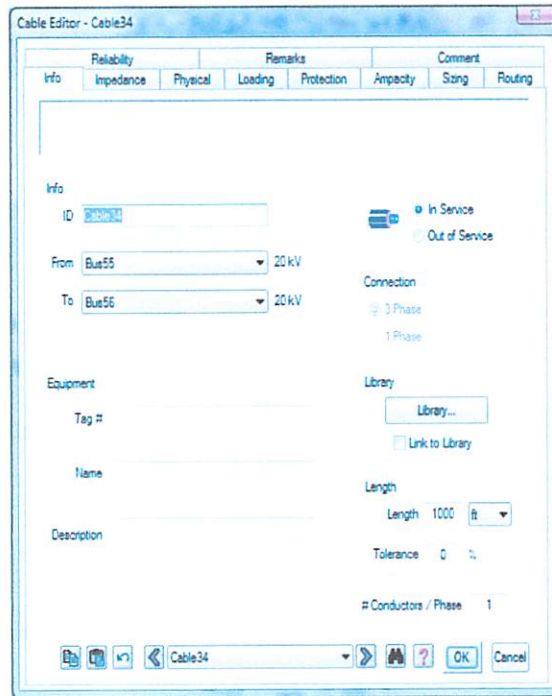
Gambar 4.5

Cara memasukkan data pada komponen trafo

Untuk memasukkan data trafo pada Command Windows seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5, klik dua kali pada komponen trafo kemudian pilih 'Rating' lalu isi nilai data tegangan sisi primer dan sekunder, daya, dan klik pada 'Typical X/R' dan 'Typical Z & X/R' untuk memasukkan nilai impedansi trafo. Setelah selesai menginputkan nilai data yang dibutuhkan pada komponen trafo, klik 'Ok'.

4.3.3 Memasukkan Data Saluran

Pada simulasi ETAP, komponen yang digunakan sebagai saluran pada jaringan adalah komponen cable. Cara memasukkan datanya adalah seperti terlihat pada tampilan Command Windows Cable pada Gambar 4.6



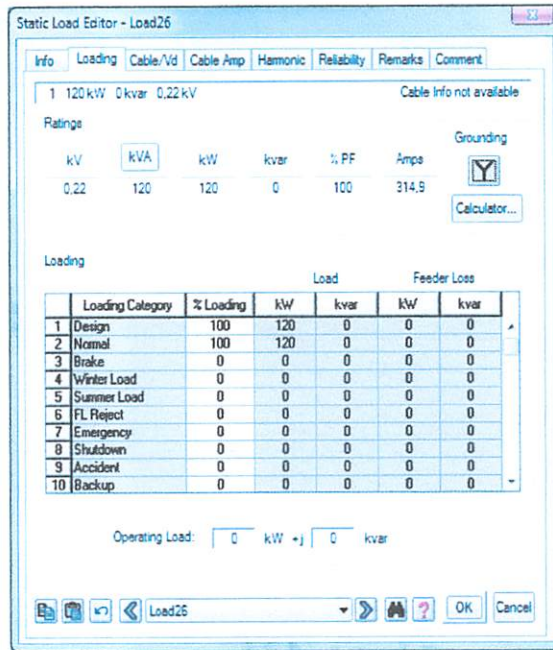
Gambar 4.6

Cara memasukkan data pada komponen kabel

Cara memasukkan data ke komponen Cable pada Command Windows seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 adalah klik dua kali pada komponen cable, pada Menu 'Info' masukkan nilai panjang kabel dalam satuan meter, tentukan jumlah konduktor dalam satu lilitan kabel tersebut, kemudian pilih 'Library' untuk menentukan luas penampang kabel. Setelah selesai memasukkan data pada menu 'Info', selanjutnya pilih menu 'Impedance'. Pada menu 'Impedance', data resistansi dan impedansi kabel secara otomatis akan terisi berdasarkan setting pada menu 'Info' seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Setelah nilai resistansi dan impedansi kabel muncul, selanjutnya adalah menentukan nilai-nilai tersebut untuk diatur ke dalam perbandingan nilai per satuan jarak. Setelah selesai menginputkan nilai data yang dibutuhkan pada komponen Cable, klik 'Ok'.

4.3.4 Memasukkan Data Beban

Pada simulasi ini, komponen yang digunakan sebagai komponen beban adalah komponen Static Load pada ETAP. Cara memasukkan datanya adalah seperti terlihat pada tampilan Command Windows Static Load pada Gambar 4.7



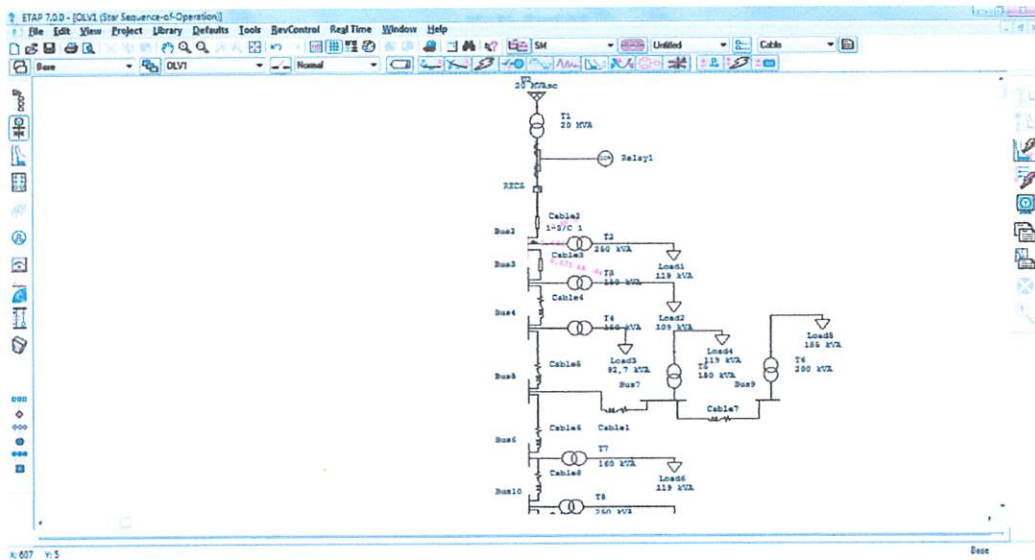
Gambar 4.7

Cara memasukkan data pada komponen beban

Untuk memasukkan data beban pada Command Windows Static Load seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7, caranya adalah klik dua kali pada komponen Static Load, pilih menu 'Loading' kemudian masukkan nilai kapasitas trafo dalam bentuk daya semu atau dalam satuan kVA. Kemudian tentukan nilai %PF atau power factor beban tersebut. Bila beban tersebut adalah beban perumahan, nilai PF yang ditetapkan adalah 85 sedangkan apabila beban tersebut adalah beban industri, nilai %PF yang ditentukan sebesar 75. Setelah selesai menginputkan nilai data yang dibutuhkan pada komponen Static Load, klik 'Ok'.

4.4 Analisa hubung singkat Menggunakan Software Etap Power Station

Anlisa hubung singkat ini bertujuan untuk mendapatkan nilai arus hubung singkat satu fasa ketanah (L- G), fasa-fasa (L-L) dan fasa-fasa ketanah (L-L-G) pada penyualang jaringan distribusi 20 kV.



Gambar 4.8 Pemodelan hubung singkat jaringan distribusi 20 kV

Berdasarkan perhitungan arus hubung singkat yang dilakukan software ETAP

Power Station maka akan didapat hasil perhitungan arus hubung singkat yang terjadi pada penyulang singosari yakni sebagai berikut:

Tabel 4.2 Besar arus hubung singkat pada penyulang singosari sisi paling hilir

No	Nama penyulang	Bus ID	Arus Hubung Singkat		
			L-G	L-L	L-L-G
			kA	kA	kA
1	Singosari	Bus 2	0.764	0.460	0.827
2	Singosari	Bus 50	0.752	0.454	0.810
3	Singosari	Bus 139	0.741	0.449	0.795

Tabel 4.3 Besar arus hubung singkat pada penyulang singosari sisi paling hulu

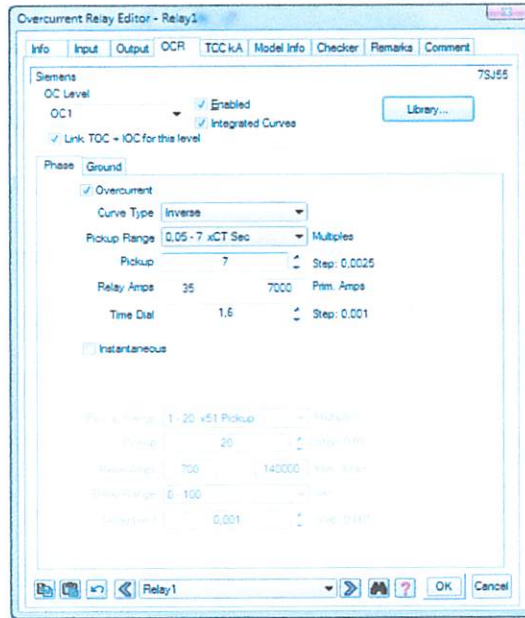
No	Nama penyulang	Bus ID	Arus Hubung Singkat		
			L-G	L-L	L-L-G
			kA	kA	kA
1	Singosari	Bus 51	0.752	0.454	0.810
2	Singosari	Bus 139	0.741	0.449	0.759
3	Singosari	Bus 214	5.725	4.768	5.661

Perhitungan arus hubung singkat yang paling besar digunakan sebagai referensi penyetelan rele. Dimana letak arus hubung singkat yang paling besar adalah yang paling hulu.

4.5 Kondisi saat rele sebelum dan sesudah dilakukan penyetelan ulang

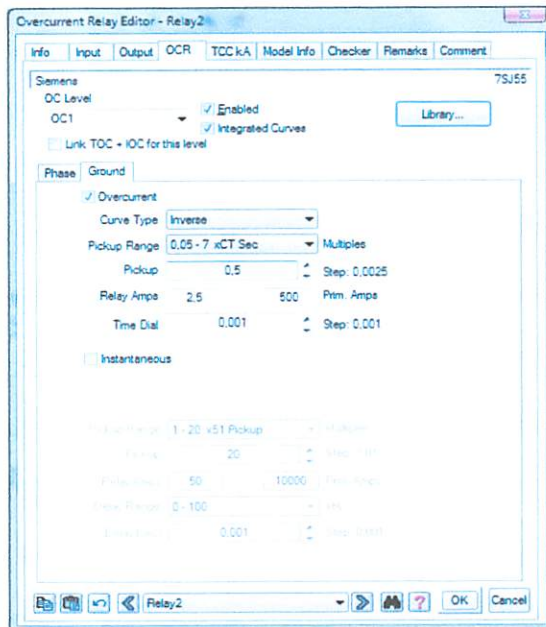
4.5.1 Kondisi rele sebelum dilakukan penyetelan ulang

Rele arus lebih (over current rele) pada recloser 1 penyulang singosari desetel dengan Time Dial = 1.6 s, tipe kurva Inverse dan Relay Ampers = 35 : Prim Amps 35 : 700.



Gambar 4.9 sebelum melakukan setelan arus lebih pada recloser 1 penyulang singosari

Rele arus lebih (over current rele) pada recloser 2 penyulang singosari desetel dengan Time Dial = 0,001 s, tipe kurva Inverse dan Relay Ampers = 2.5 : Prim Amps 2.5 : 500.



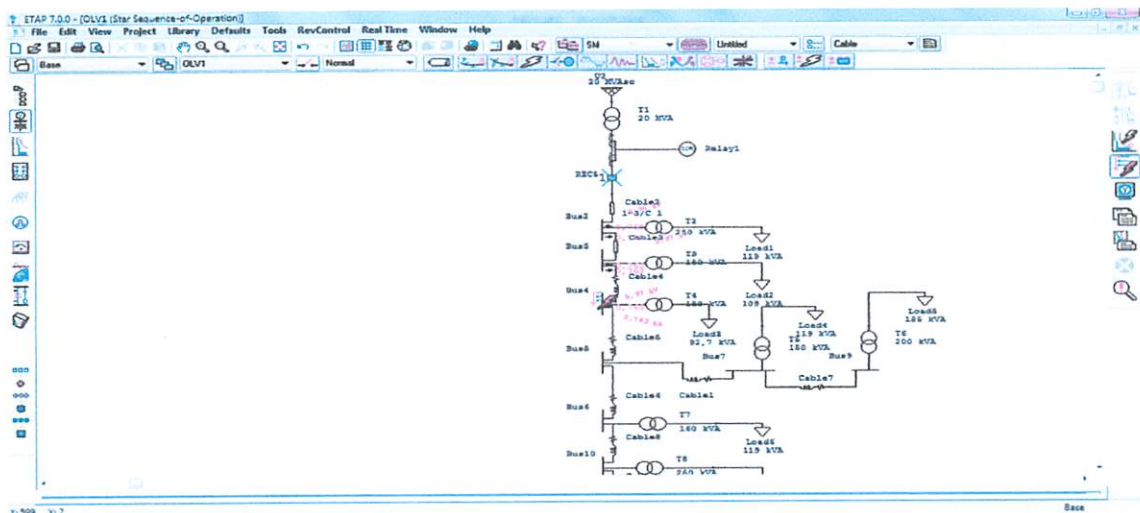
Gambar 4.10 sebelum melakukan setelan arus lebih pada recloser 2 penyulang singosari

Rele arus lebih (over current rele) pada recloser 3 penyulang singosari desetel dengan Time Dial = 15 s, tipe kurva ANSI Normla Inverse dan Relay Ampers = 0.75 : Prim Amps 0.75 : 150.

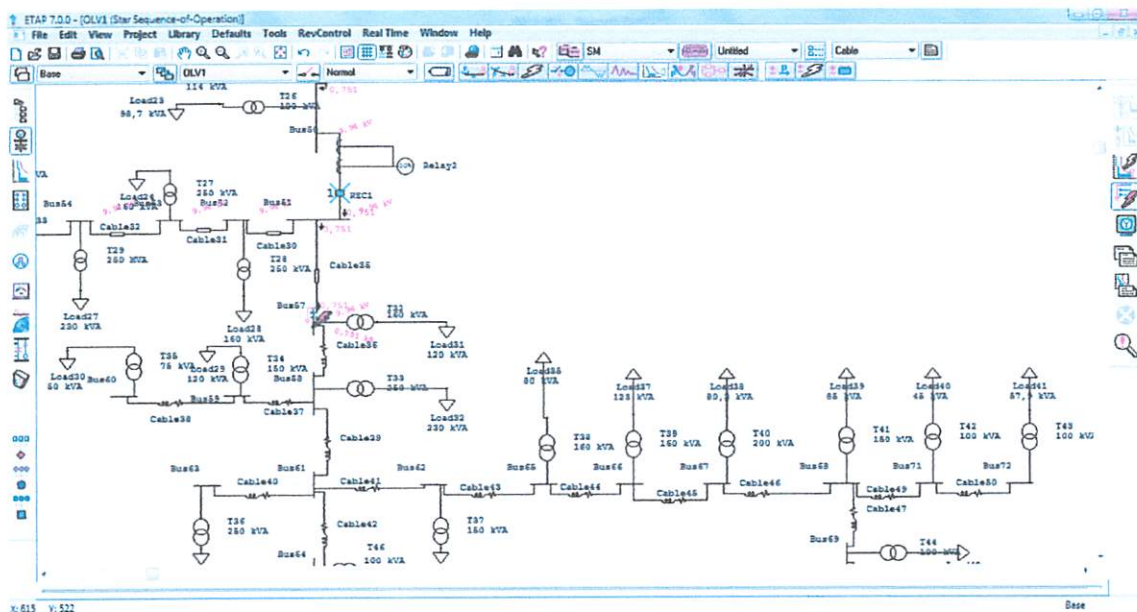


Gambar 4.11 sebelum melakukan setelan arus lebih pada recloser 3 penyulang singosari

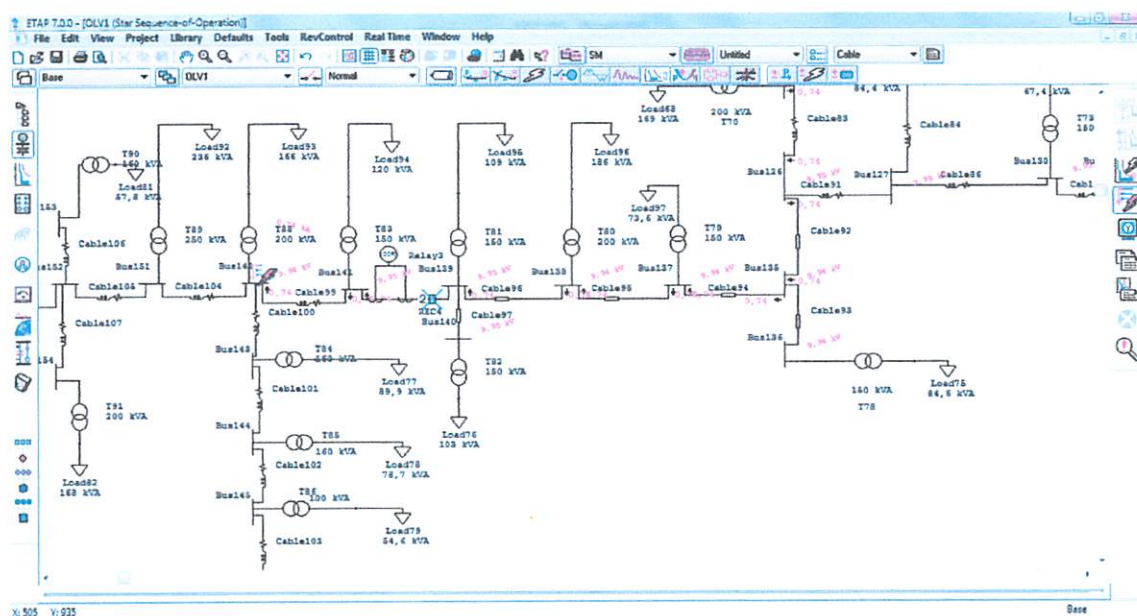
Adapun keandalan dari sebuah rele proteksi sebagai rele arus lebih (over current relay) dan rele gangguan ke tanah (ground fault rele) tergantung pada selektivitas dan kecepatan dari kerja rele tersebut dalam memisahkan gangguan dan mampu mentripkan recloser pada area kerja masing-masing rele tanpa harus mempengaruhi area kerja rele penyulang yang lain. Untuk menguji selektivitas dan kecepatan rele arus lebih (over current relay) dan rele gangguan ketanah (ground fault relay) maka dilakukan simulasi gangguan satu fasa ke tanah, fasa-fasa, fasa-fasa ketanah dan tiga fasa.



Gambar 4.12 Simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ke tanah pada recloser 1 penyulang singosari

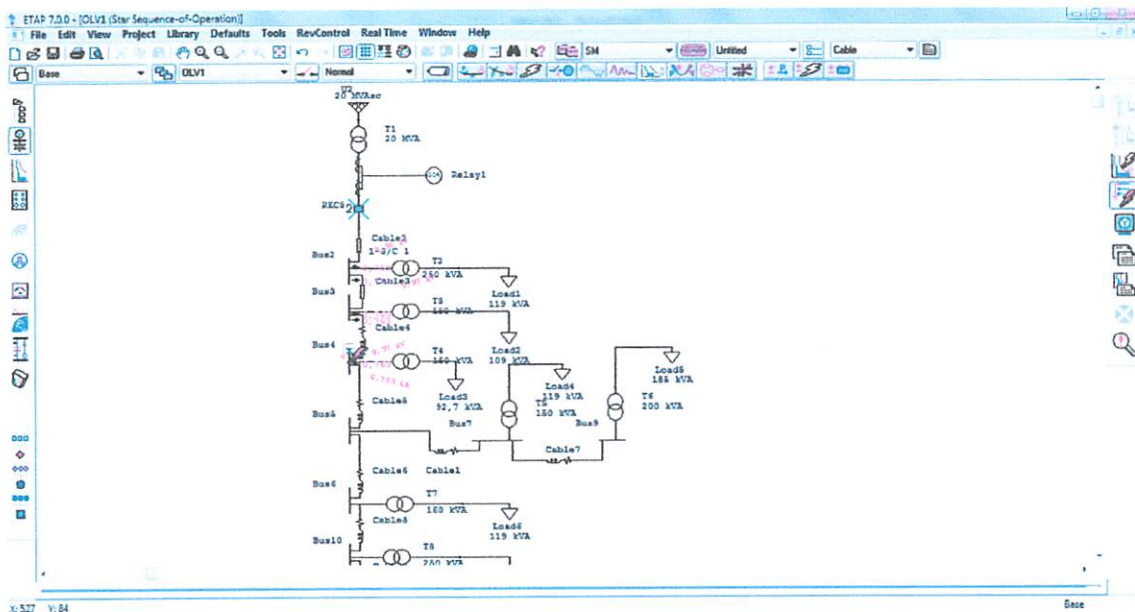


Gambar 4.13 Simulasi sebelum selektivitas rele rele terhadap gangguan satu fasa ke tanah pada recloser 2 penyulang singosari

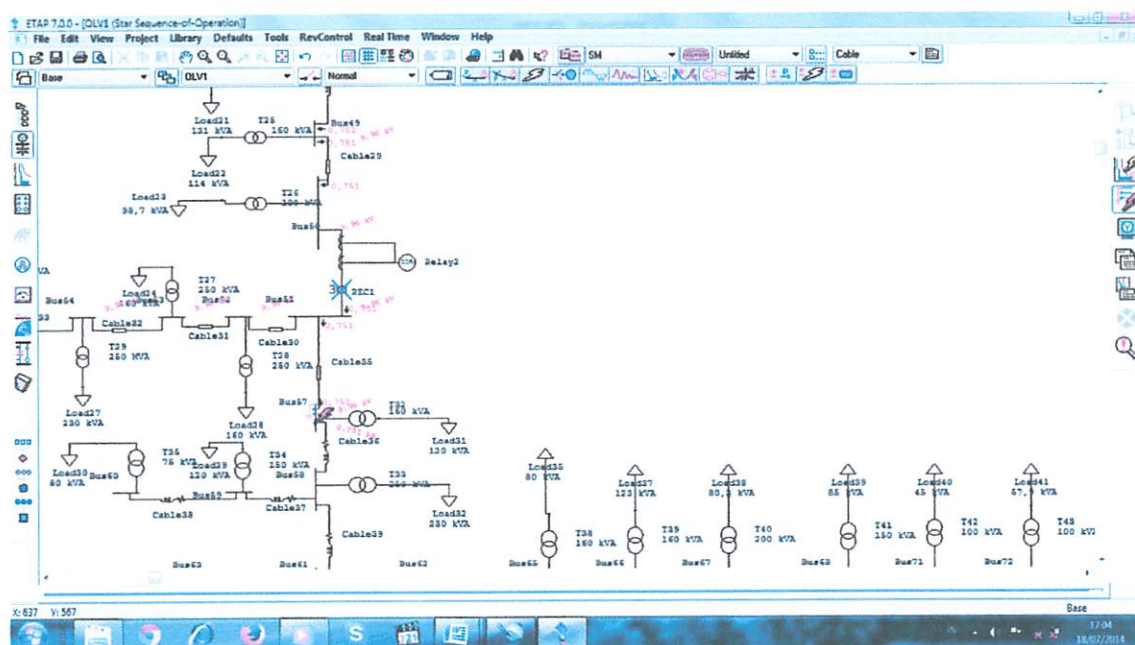


Gambar 4.14 Simulasi sebelum selektivitas rele rele terhadap gangguan satu fasa ke tanah pada recloser 3 penyulang singosari

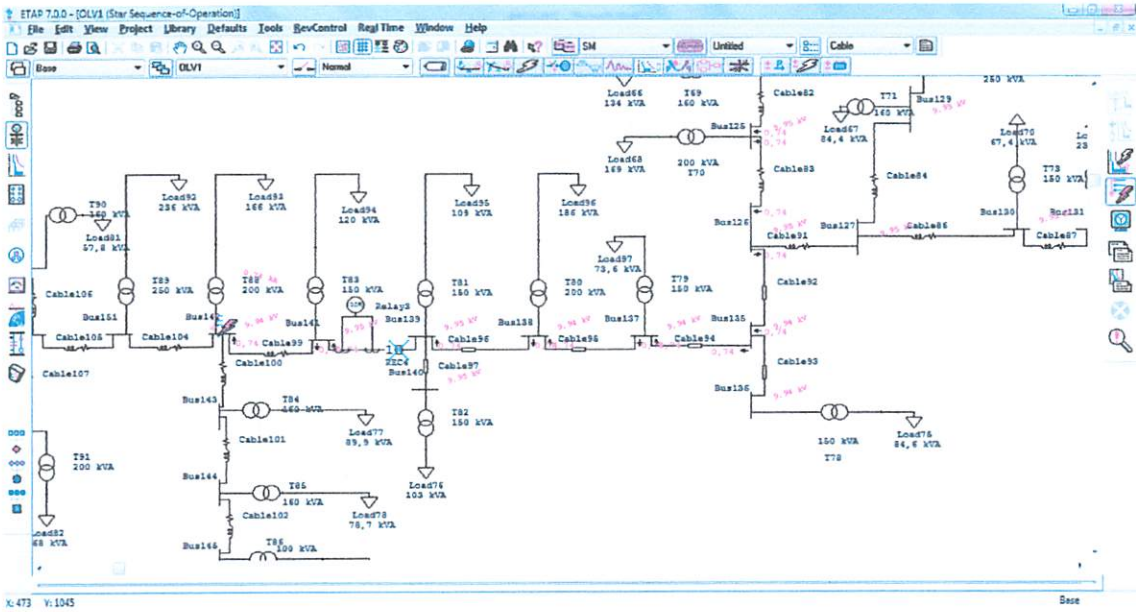
Pada Gangguan satu fasa ketanah dapat menjelaskan bahwa gangguan satu fassa ke tanah yang terjadi pada penyulang singosari membuat rele proteksi dan recloser 3 dan 2 gagal beroperasi secara maksimal dan akhirnya mematikan rele proteksi dan recloser 1 sehingga penyulang menjadi pemadaman total (black out).



Gambar 4.15 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 1 penyulang singosari

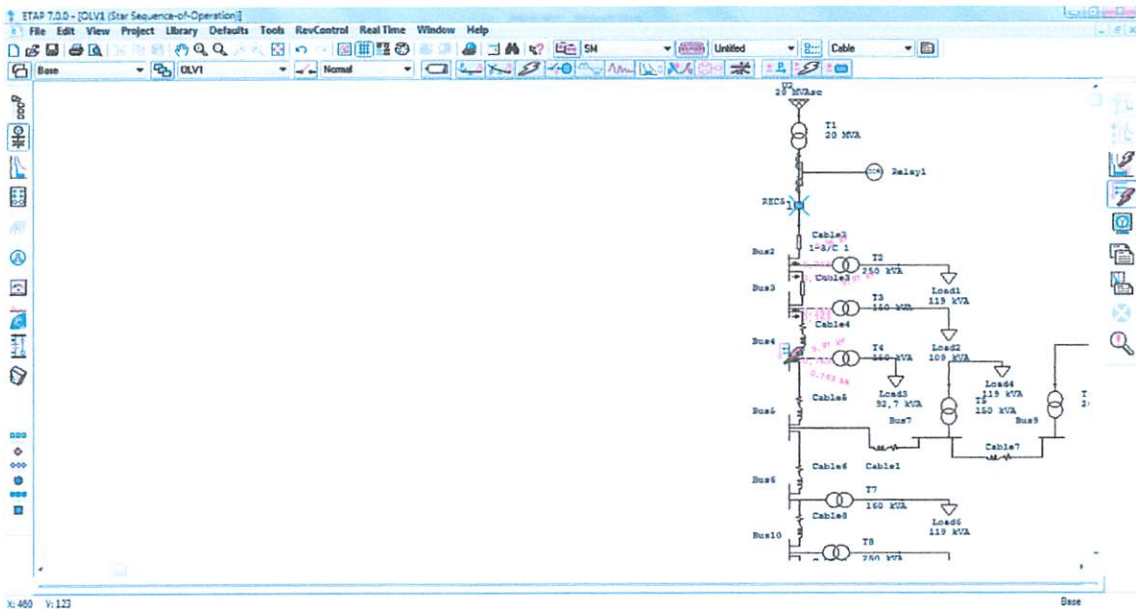


Gambar 4.16 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 2 penyulang singosari

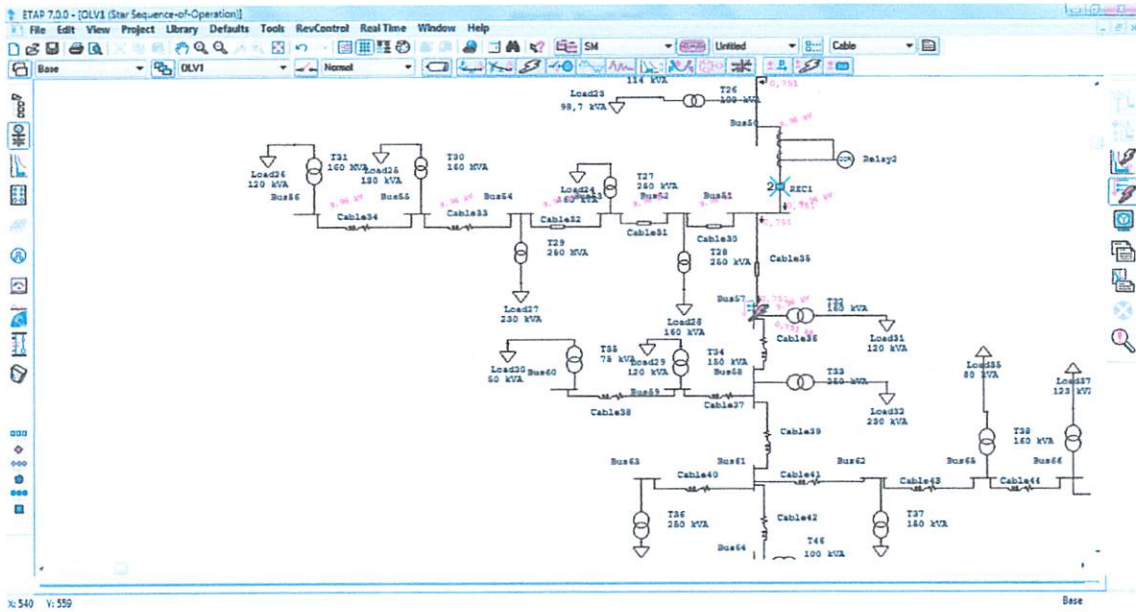


Gambar 4.17 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 3 penyulang singosari

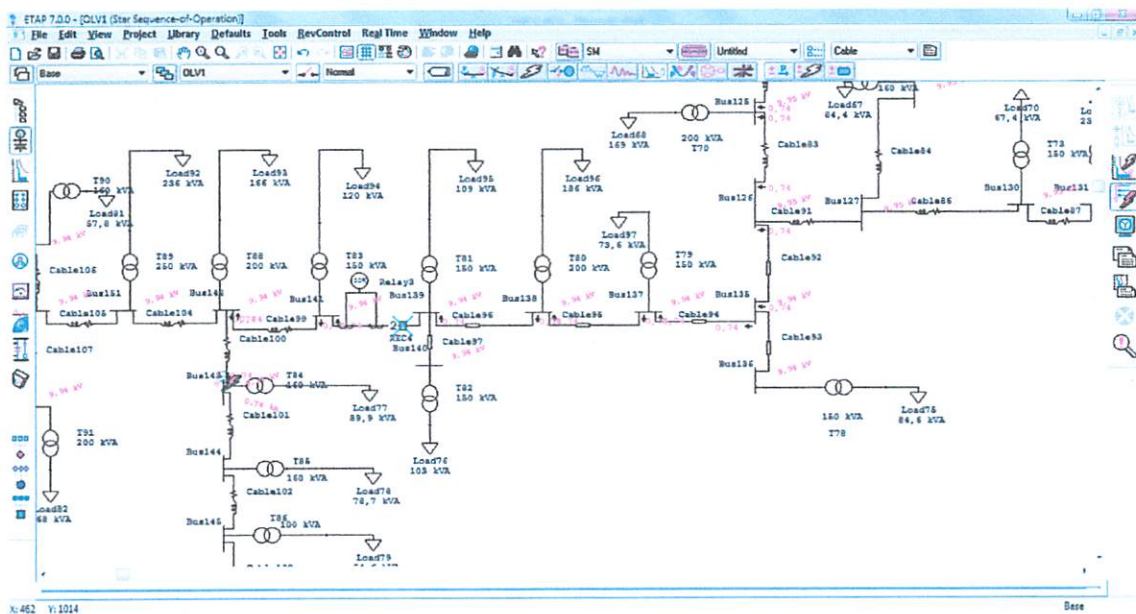
Pada Gangguan satu fasa ketanah dapat menjelaskan bahwa gangguan fasa-fasa yang terjadi pada penyulang singosari membuat rele proteksi dan recloser 3 dan 2 gagal beroperasi secara maksimal dan akhirnya mematikan rele proteksi dan recloser 1 sehingga penyulang menjadi pemadaman total (black out).



Gambar 4.18 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari

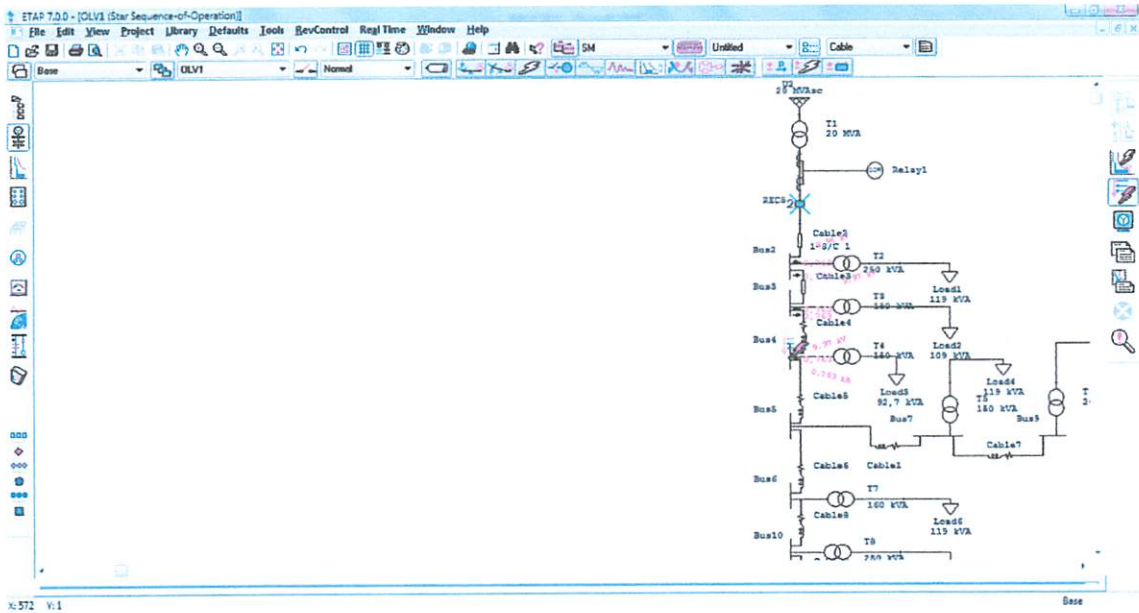


Gambar 4.19 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari

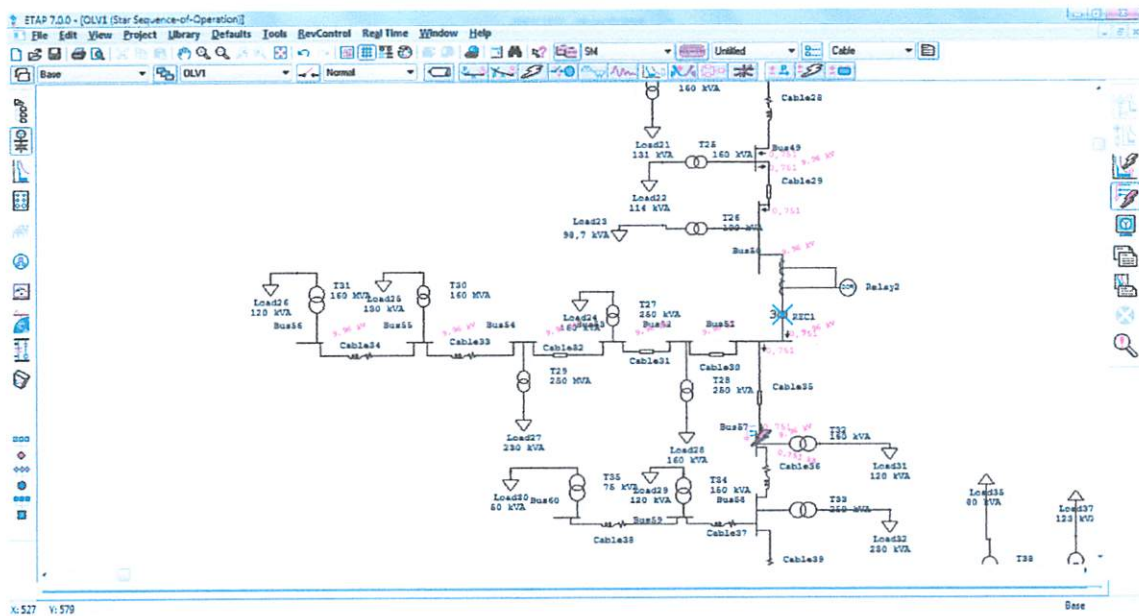


Gambar 4.20 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari

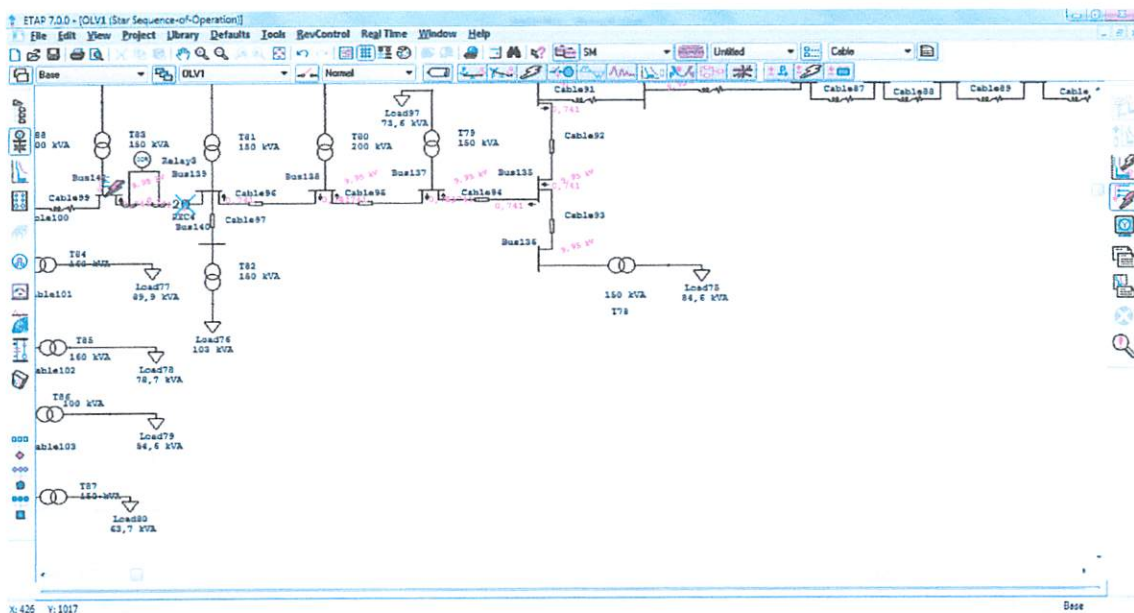
Pada Gangguan satu fasa-fasa ketanah dapat menjelaskan bahwa gangguan satu fasa-fasa ke tanah yang terjadi pada penyulang singosari membuat rele proteksi dan recloser 3 dan 2 gagal beroperasi secara maksimal dan akhirnya mematikan rele proteksi dan recloser 1 sehingga penyulang menjadi pemadaman total (black out).



Gambar 4.21 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan tiga fasa pada recloser 1 penyulang singosari

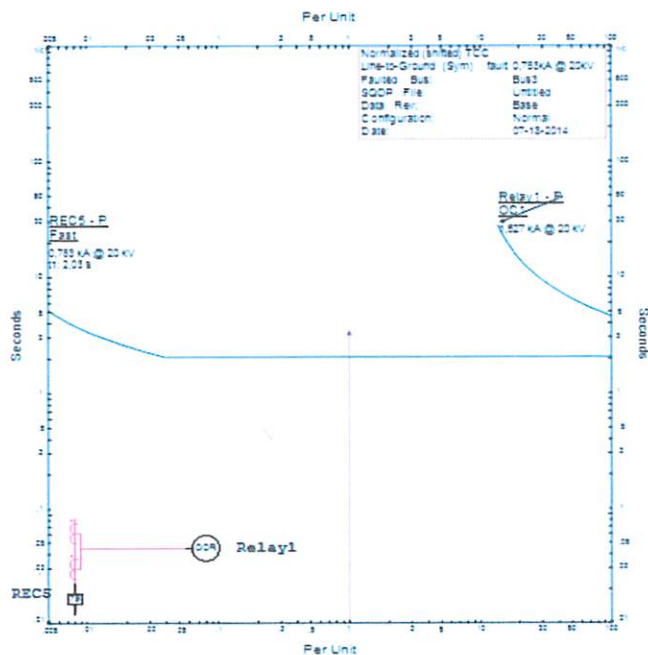


Gambar 4.22 simulasi sebelum selektivitas rele terhadap gangguan tiga fasa pada recloser 2 penyulang singosari



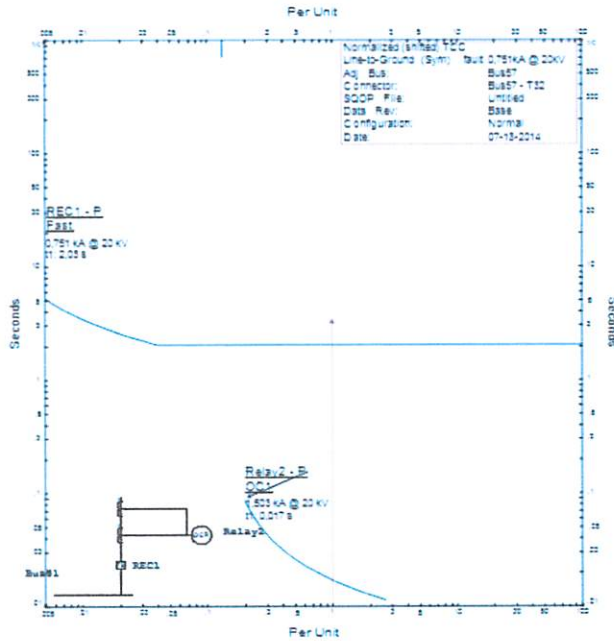
Gambar 4.23 simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan tiga fasa pada recloser 3 penyulang singosari

Pada Gangguan tiga fasa dapat menjelaskan bahwa gangguan tiga fasa yang terjadi pada penyulang singosari membuat rele proteksi dan recloser 3 dan 2 gagal beroperasi secara maksimal dan akhirnya mematikan rele proteksi dan recloser 1 sehingga penyulang menjadi pemadaman total (black out).



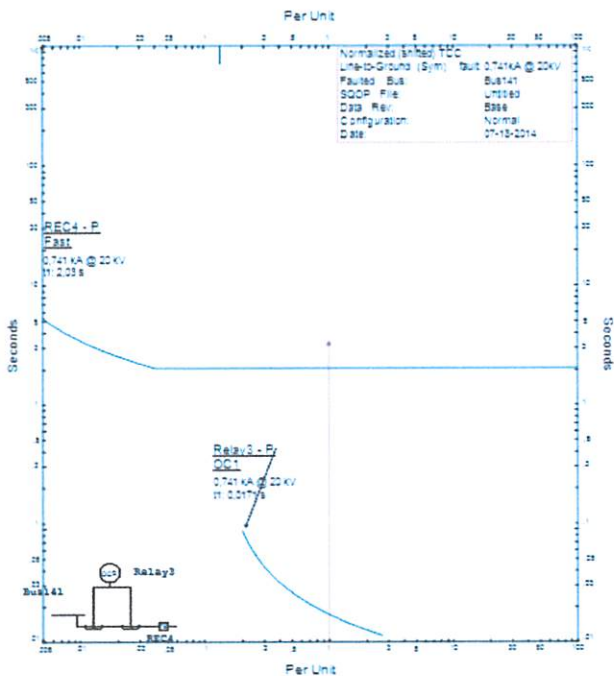
Grafik 4.1 OCR dengan gangguan satu fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari sebelum penyetulan ulang.

Grafik 4.1 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan satu fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.529 kA dan OCR bekerja pada waktu 2.03 s.



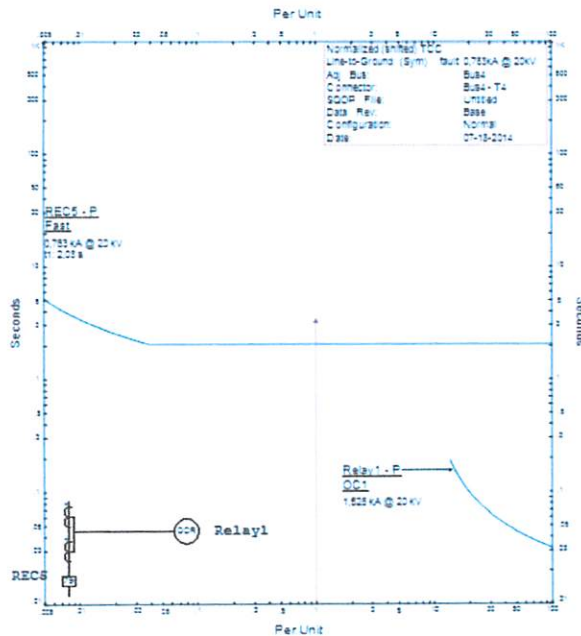
Grafik 4.2 Grafik 4.1 OCR dengan gangguan satu fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari sebelum penyetulan ulang.

Grafik 4.1 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan satu fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.503 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



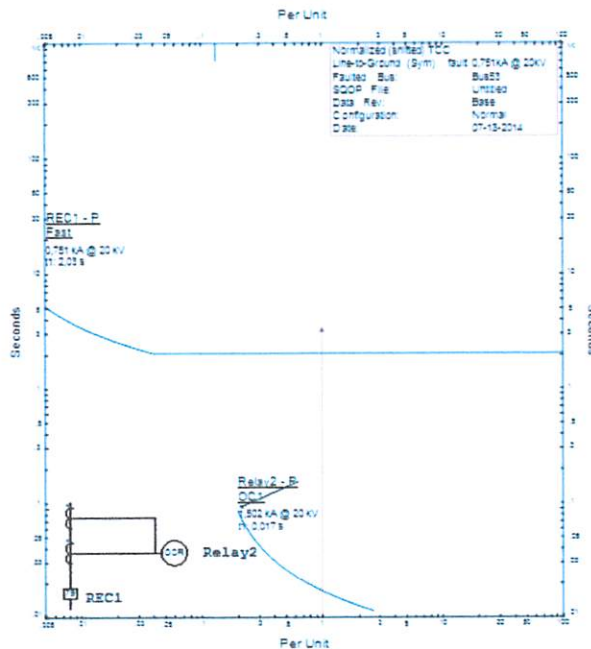
Grafik 4.3 OCR dengan gangguan satu fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari sebelum penyetulan ulang.

Grafik 4.3 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan satu fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 0,741 kA dan OCR bekerja pada waktu 0,017 s.



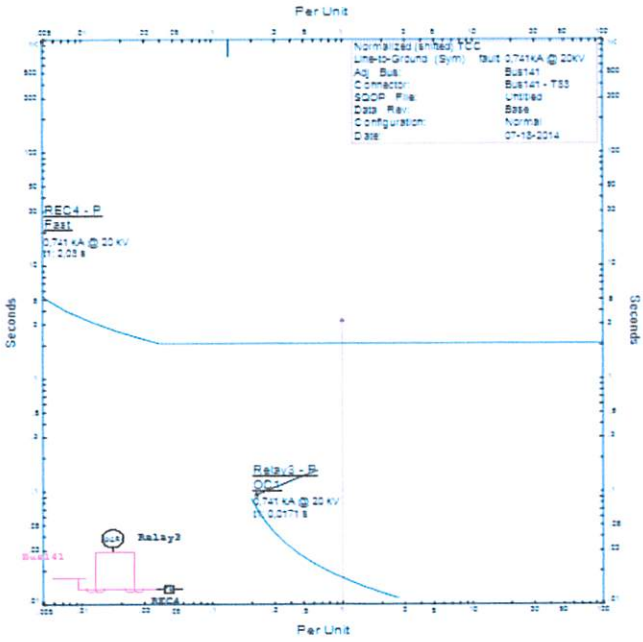
Grafik 4.4 OCR dengan gangguan fasa-fasa pada recloser 1 penyulang singosari sebelum penyetelan ulang.

Grafik 4.4 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.526 kA dan OCR bekerja pada waktu 0,011 s.



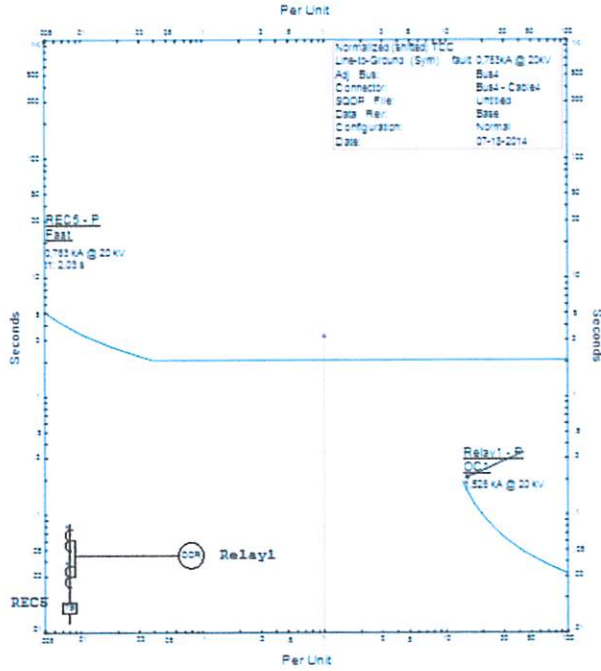
Grafik 4.5 OCR dengan gangguan fasa-fasa pada recloser 2 penyulang singosari sebelum penyetelan ulang.

Grafik 4.5 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.502 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



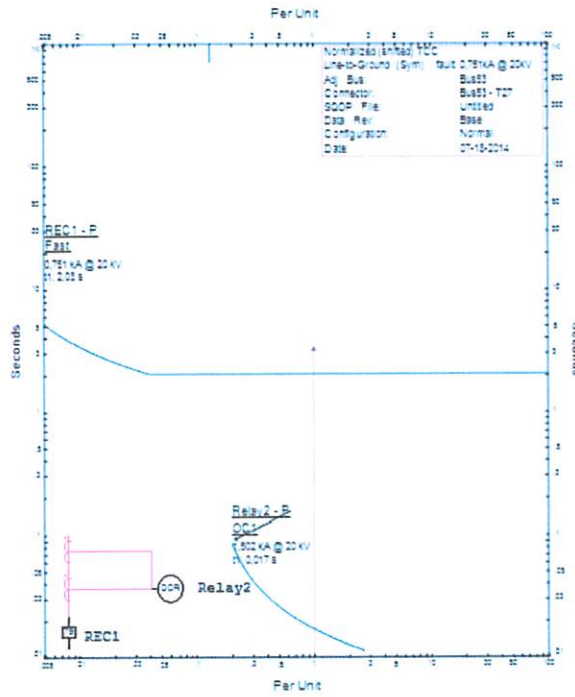
Grafik 4.6 OCR dengan gangguan fasa-fasa pada recloser 3 penyulang singosari sebelum penyetelan ulang.

Grafik 4.6 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 0,741 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



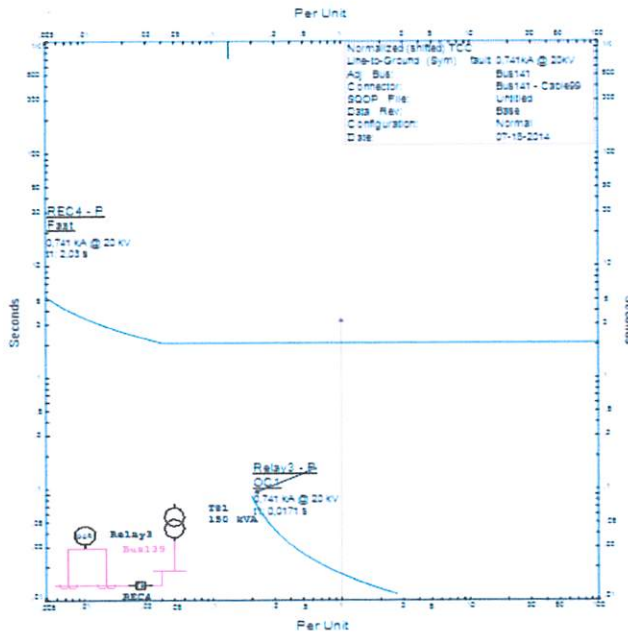
Grafik 4.7 OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari sebelum penyetelan ulang.

Grafik 4.7 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.526 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.011 s.



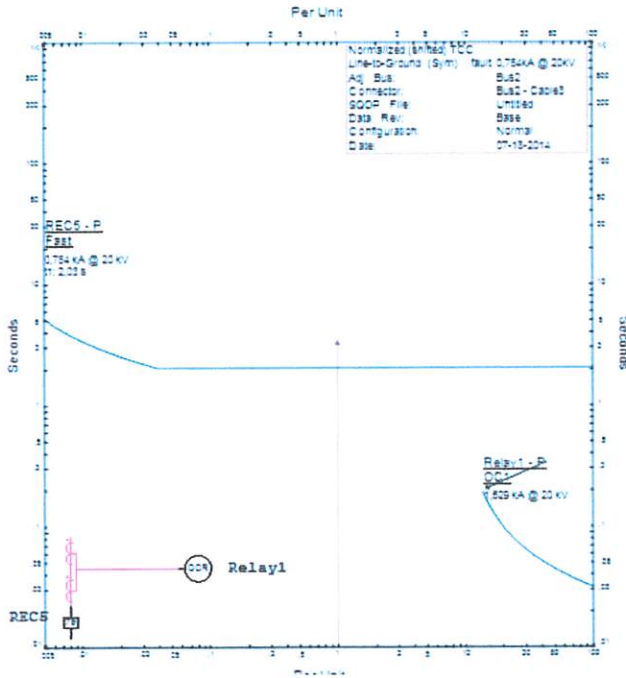
Grafik 4.8 OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari sebelum penyetelan ulang.

Grafik 4.8 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.502 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



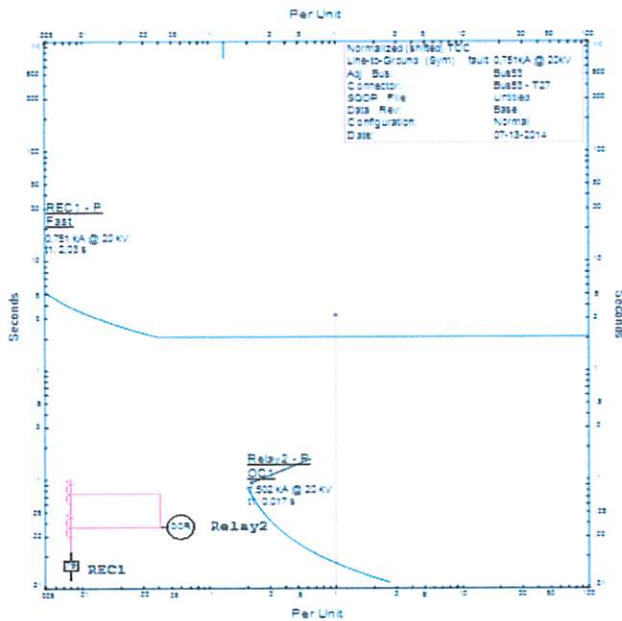
Grafik 4.9 OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari sebelum penyetelan ulang.

Grafik 4.9 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 0,741 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



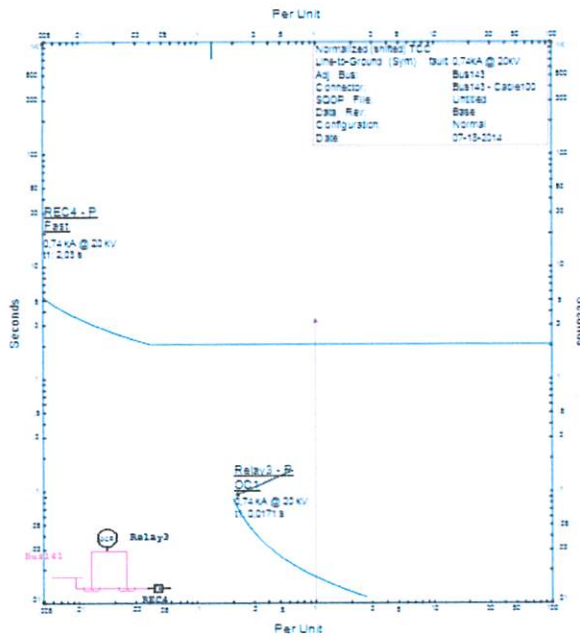
Grafik 4.10 OCR dengan gangguan tiga fasa pada recloser 1 penyulang singosari sebelum penyetulan ulang.

Grafik 4.10 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.529 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.011 s.



Grafik 4.11 OCR dengan gangguan tiga fasa pada recloser 2 penyulang singosari sebelum penyetulan ulang.

Grafik 4.11 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.502 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



Grafik 4.12 OCR dengan gangguan tiga fasa pada recloser 3 penyulang singosari sebelum penyetulan ulang.

Grafik 4.12 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 0.74 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.

Tabel 4.4 Kondisi selektivitas rele terhadap recloser satu sebelum penyetulan ulang pada penyulang singosari.

No	Sumber Gangguan	Gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)	Dampak gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)
				Fasa (KA)	Ground (kA)				Fasa (KA)	Ground (kA)	
1	R1	L-G	Trip	1,529	1,529	2,03	R2 & R3	Tidak	0	0	0
2	R1	L-L-G	Trip	1,526	1,526	0,011	R2 & R3	Tidak	0	0	0
3	R1	L-L	Trip	1,526	1,526	0,011	R2 & R3	Tidak	0	0	0
4	R1	3 Fasa	Trip	1,529	1,529	0,011	R2 & R3	Tidak	0	0	0

Tabel 4.5 Kondisi selektivitas rele terhadap recloser dua sebelum penyetulan ulang pada penyulang singosari.

No	Sumber Gangguan	Gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)	Dampak gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)
				Fasa (KA)	Ground (kA)				Fasa (KA)	Ground (kA)	
1	R2	L-G	Trip	1,503	1,502	0,017	R1 & R3	Tidak	0	0	0
2	R2	L-L-G	Trip	1,502	1,502	0,017	R1 & R3	Tidak	0	0	0
3	R2	L-L	Trip	1,502	1,502	0,017	R1 & R3	Tidak	0	0	0
4	R2	3 Fasa	Trip	1,502	1,502	0,017	R1 & R3	Tidak	0	0	0

Tabel 4.6 Kondisi selektivitas rele terhadap recloser tiga sebelum penyetelan ulang pada penyulang singosari.

No	Sumber Gangguan	Gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele	Dampak gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele
				Fasa (KA)	Ground (kA)	OCR (ms)			Fasa (KA)	Ground (kA)	OCR (ms)
1	R3	L-G	Trip	0,741	0,741	0,017	R1 & R2	Tidak	0	0	0
2	R3	L-L-G	Trip	0,741	0,741	0,017	R1 & R2	Tidak	0	0	0
3	R3	L-L	Trip	0,741	0,741	0,017	R1 & R2	Tidak	0	0	0
4	R3	L-L	Trip	0,741	0,741	0,017	R1 & R2	Tidak	0	0	0

Pada kondisi awal sebelum disetel terlihat pada tabel 4.3, tabel 4.4 dan Tabel 4.5 waktu kerja rele arus lebih (*over current rele*) terlalu lama terhadap keempat jenis gangguan yang berbeda untuk zona aman sistem proteksi. Semakin lama pengaturan waktu setelahnya maka semakin buruk pula kordinasi dari kedua rele tersebut untuk memproteksi penyulang. Jika lama kelamaan dibiarkan seperti ini maka peralatan-peralatan tenaga listrik akan rusak atau terbakar.

Perhitungan setelan rele

Penyulang singosari menggunakan rele siemens tipe 7SJ55. Rele ini merupakan rele arus lebih.

Adapun setelah untuk kurva inverse rele arus lebih sebagai berikut:

1. Arus awal I pada waktu terbalik = 0,05,,7xCT sec
2. Time multiplier k pada waktu terbalik = 1,6,,0,05.
 - a. Penyulang singosari recloser satu

Setelan rele arus lebih

$$I_{set\ Primer} = 7 \times I_n$$

$$I_{set\ Primer} = 7 \times 7000$$

$$I_{set\ Primer} = 49000$$

$$I_{set\ Sekunder} = I_{primer} \times 1/Rasio\ CT$$

$$I_{set\ Sekunder} = 49000 * \frac{1}{\frac{1000}{5}}$$

$$I_{set\ Sekunder} = 49000 * 5/1000$$

$$I_{set\ Sekunder} = 245\ A$$

$$t = \frac{k\beta}{\frac{1}{I_s} \alpha - 1} + l$$

$$t = \frac{0,05 * 7}{\frac{49000}{245} 0,05 - 1} + 0$$

$$t = 0,0018 \text{ s}$$

b. Penyulang singosari recloser dua

Setelen rele arus lebih

$$\text{Iset Primer} = 7 \times I_n$$

$$\text{Iset Primer} = 2,5 \times 500$$

$$\text{Iset Primer} = 1250$$

$$\text{Iset Sekunder} = I \text{ primer} \times 1/\text{Rasio CT}$$

$$\text{Iset Sekunder} = 1250 * \frac{1}{\frac{1000}{5}}$$

$$\text{Iset Sekunder} = 1250 * 5/1000$$

$$\text{Iset Sekunder} = 6,25 \text{ A}$$

$$t = \frac{k\beta}{\frac{1}{I_s} \alpha - 1} + l$$

$$t = \frac{0,05 * 7}{\frac{1250}{6,25} 0,01 - 1} + 0$$

$$t = 0,0017 \text{ s}$$

c. Penyulang singosari recloser tiga

Setelen rele arus lebih

$$\text{Iset Primer} = 7 \times I_n$$

$$\text{Iset Primer} = 0,25 \times 50$$

$$\text{Iset Primer} = 12,5$$

$$\text{Iset Sekunder} = I \text{ primer} \times 1/\text{Rasio CT}$$

$$\text{Iset Sekunder} = 12,5 * \frac{1}{\frac{1000}{5}}$$

$$\text{Iset Sekunder} = 12,5 * 5/1000$$

$$\text{Iset Sekunder} = 0,0625 \text{ A}$$

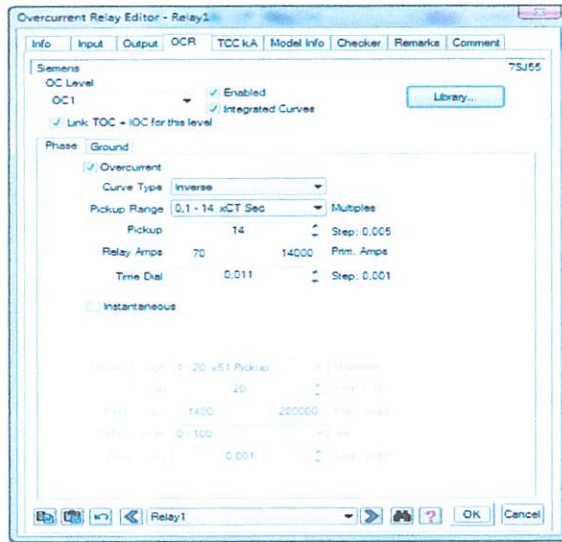
$$t = \frac{k\beta}{\frac{1}{I_s} \alpha - 1} + l$$

$$t = \frac{0,05 * 7}{\frac{12,5}{0,0625} 0,01 - 1} + 0$$

$$t = 0,028$$

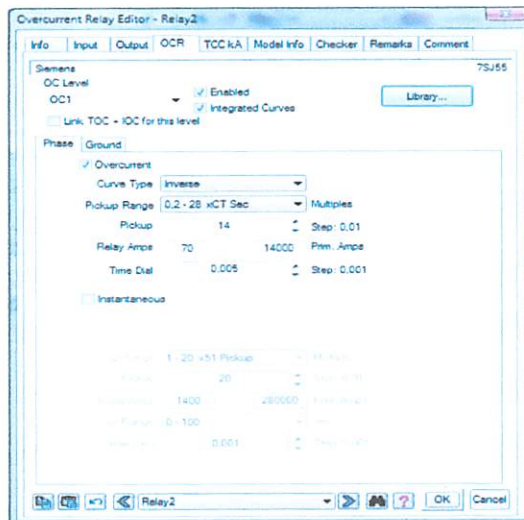
4.5.2 Kondisi rele setelah dilakukan penyetelan ulang

Rele gangguan ketanah (ground fault rele) pada recloser 1 penyulang singosari disetel dengan Time Dial = 0.0011 s, tipe kurva Inverse dan Relay Amps = 70:14000



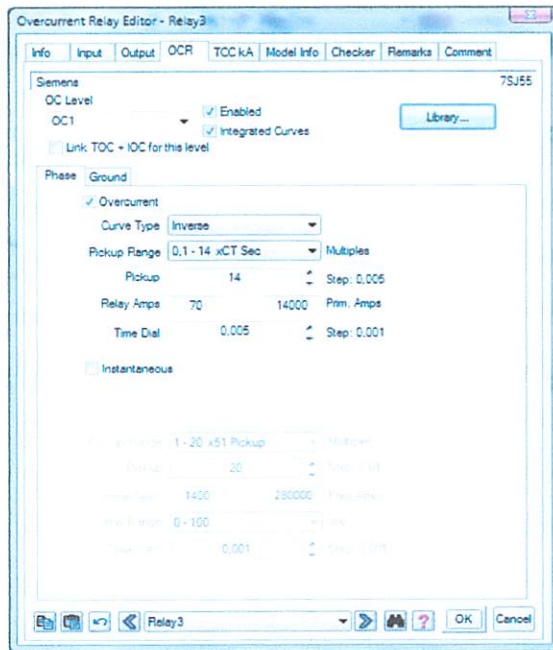
Gambar 4.24 Setelah melakukan Setelan Rele gangguan ketanah pada recloser 1 penyulang singosari

Rele gangguan ketanah (ground fault rele) pada recloser 2 penyulang singosari disetel dengan Time Dial = 0.005 s, tipe kurva Inverse dan Relay Amps = .70:1400



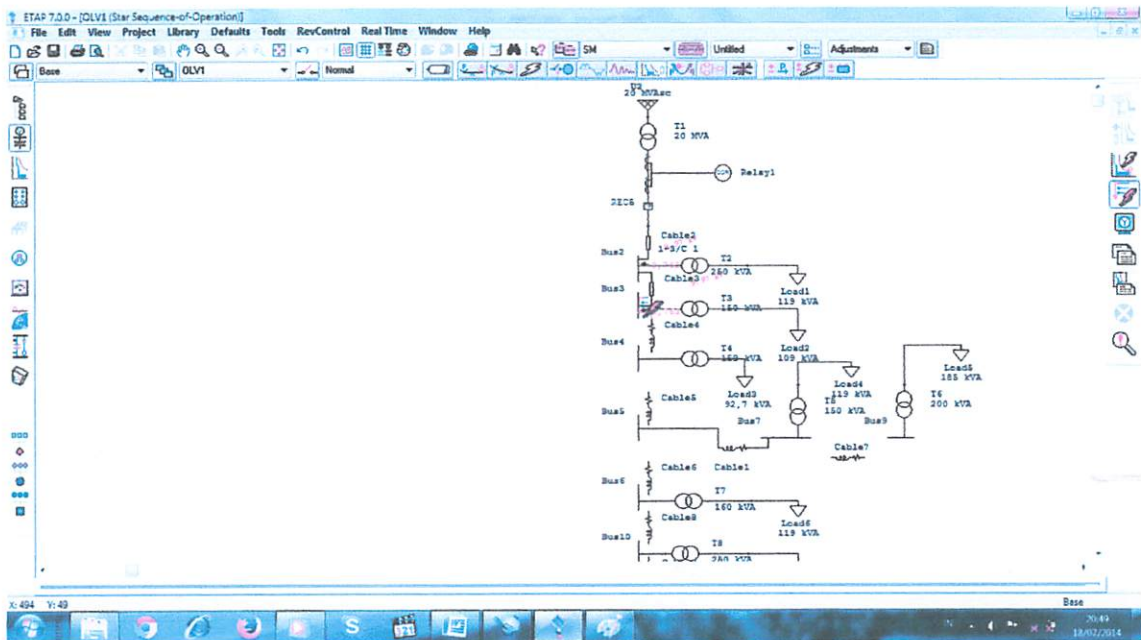
Gambar 4.25 Setelah melakukan Setelan Rele gangguan ketanah pada recloser 2 penyulang singosari

Rele gangguan ketanah (ground fault rele) pada recloser 3 penyulang singosari disetel dengan Time Dial = 0.005 s, tipe kurva Inverse dan Relay Amps =70:14000.



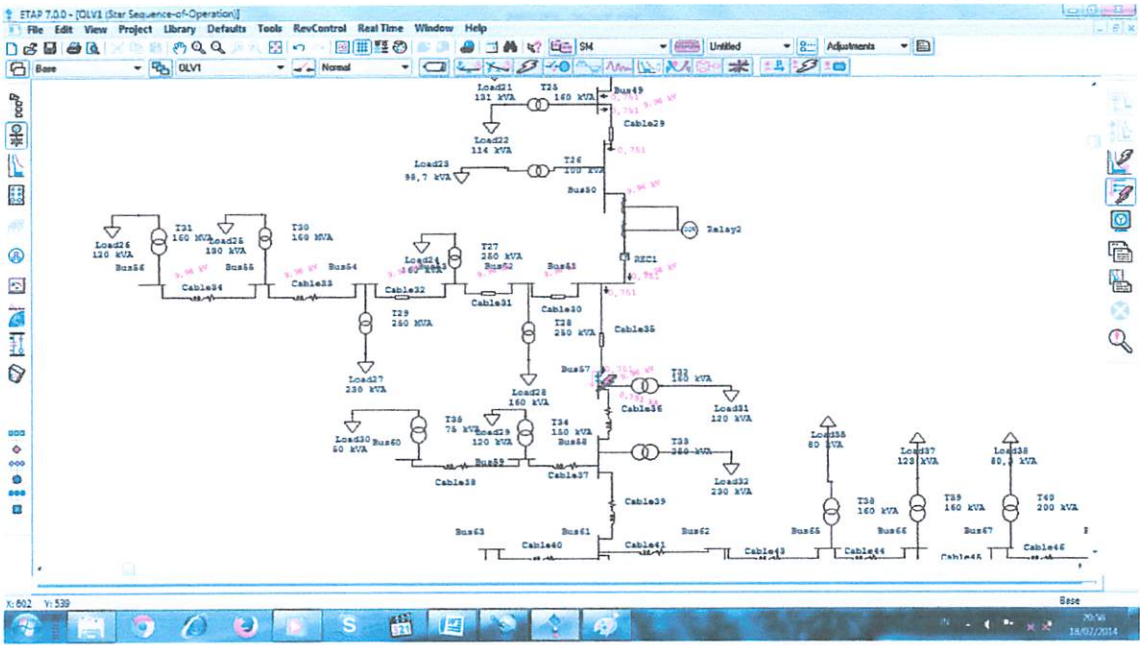
Gambar 4.26 Setelah melakukan Setelan Rele gangguan ketanah pada recloser 3 penyulang singosari

Adapun hasil kondisi rele yang telah dilakukan penyetelan seperti gambar brikut ini



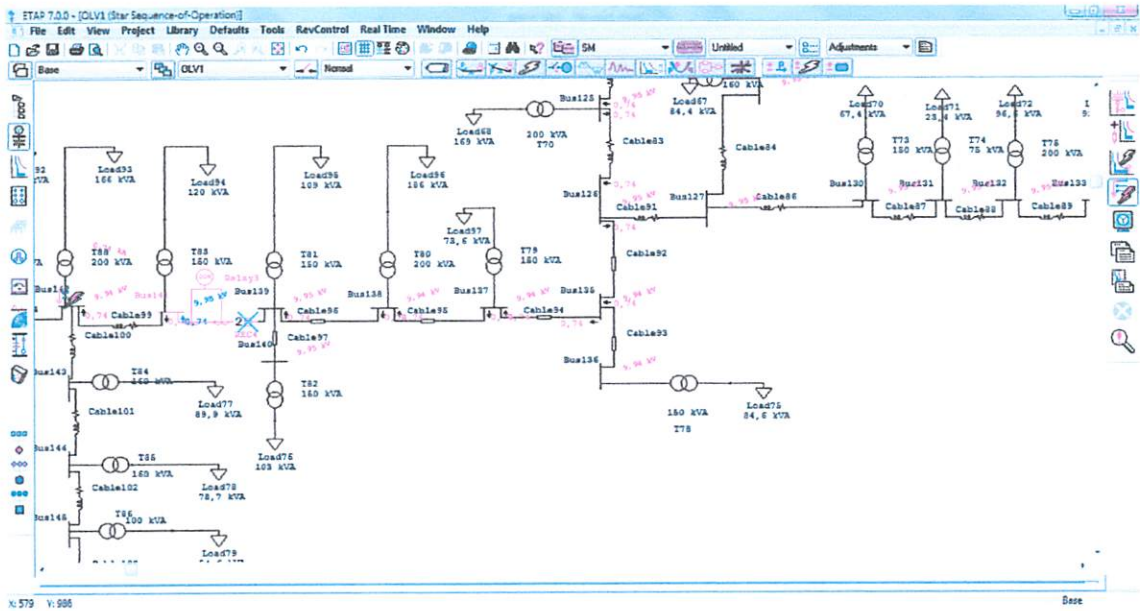
Gambar 4.27 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari

Gambar 4.27 menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah yang terjadi pada penyulang singosari menyebabkan rele pada recloser 1 menjadi trip sehingga seluruh penyulang mengalami gangguan.



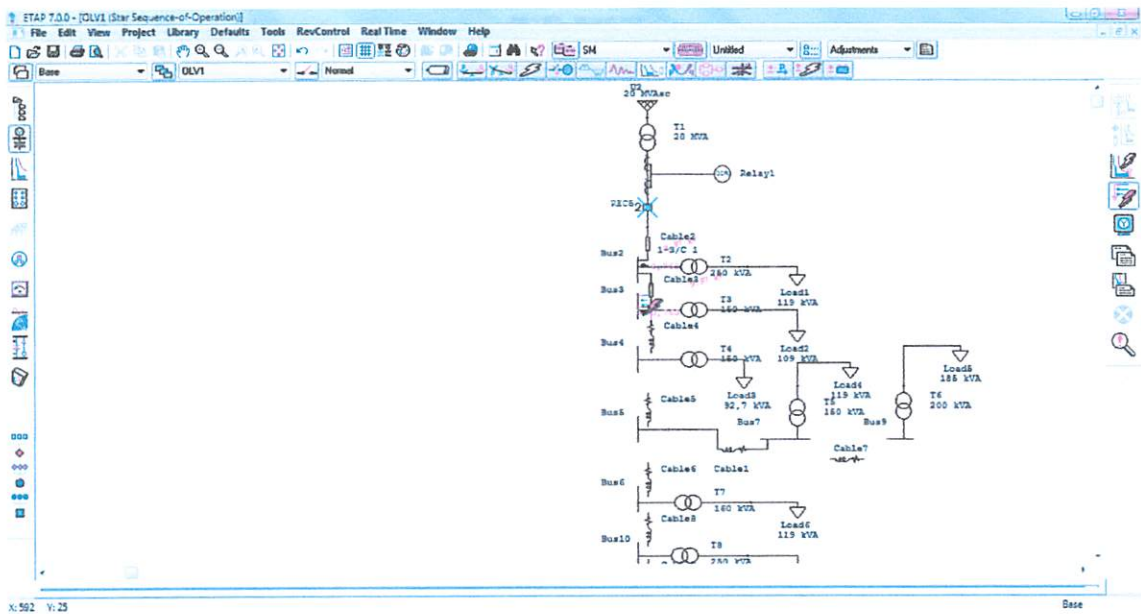
Gambar 4.28 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari

Gambar 4.28 menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah yang terjadi pada penyulang singosari akan menyebabkan rele pada recloser 2 menjadi trip sehingga gangguan hanya pada recloser 2 dan recloser 3 yang mengalami black out.



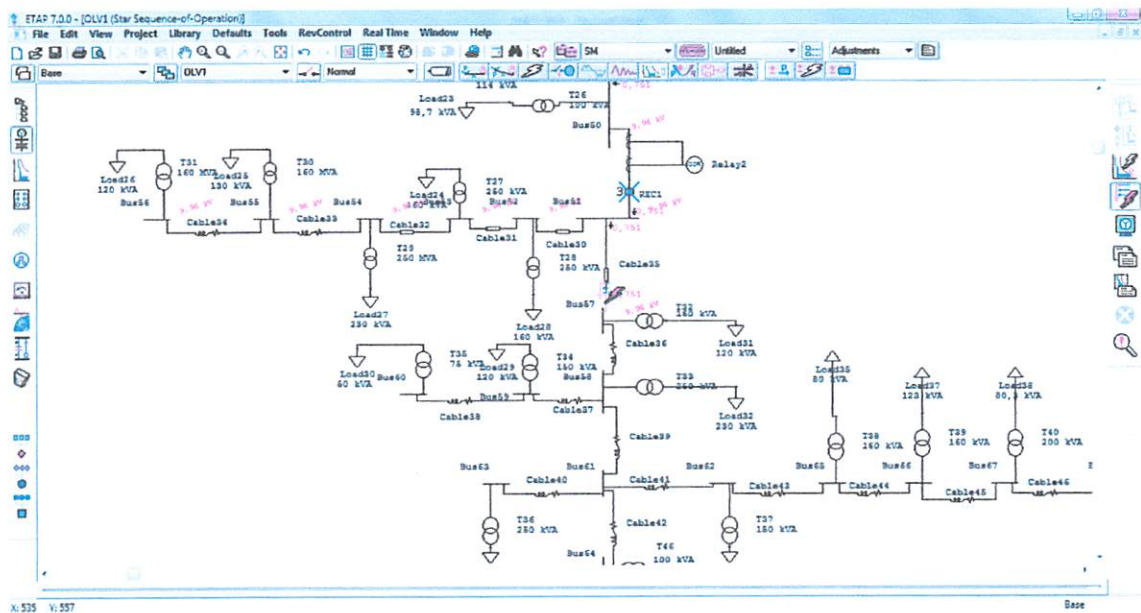
Gambar 4.29 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan satu fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari

Gambar 4.29 menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah yang terjadi pada penyulang singosari akan menyebabkan rele pada recloser 3 menjadi trip



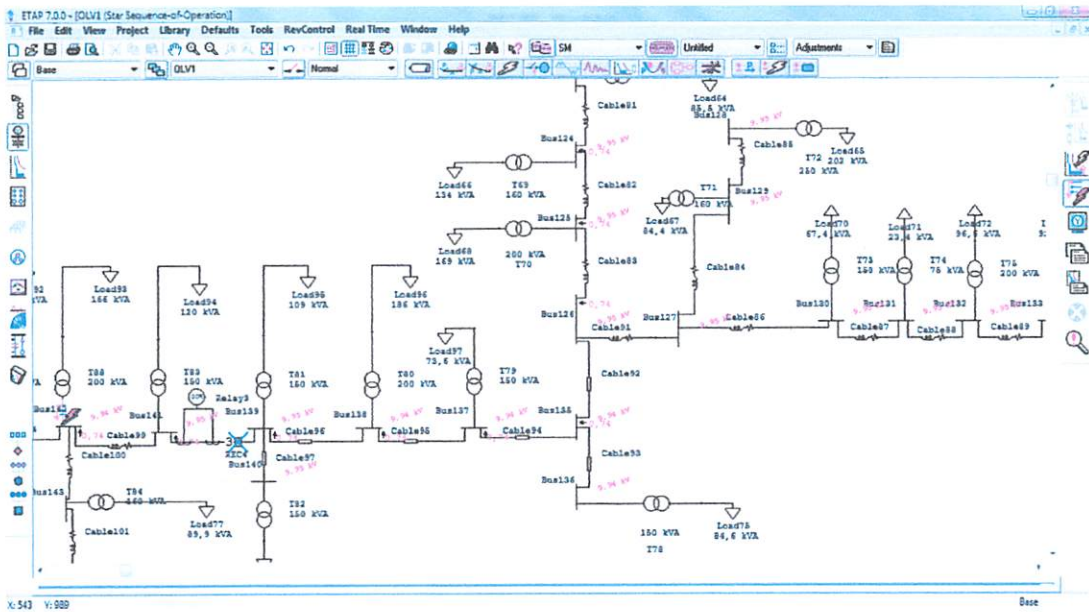
Gambar 4.30 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 1 penyulang singosari

Gambar 4.30 menjelaskan bahwa gangguan fasa-fasa yang terjadi pada penyulang singosari menyebabkan rele pada recloser 1 menjadi trip sehingga seluruh penyulang mengalami gangguan.

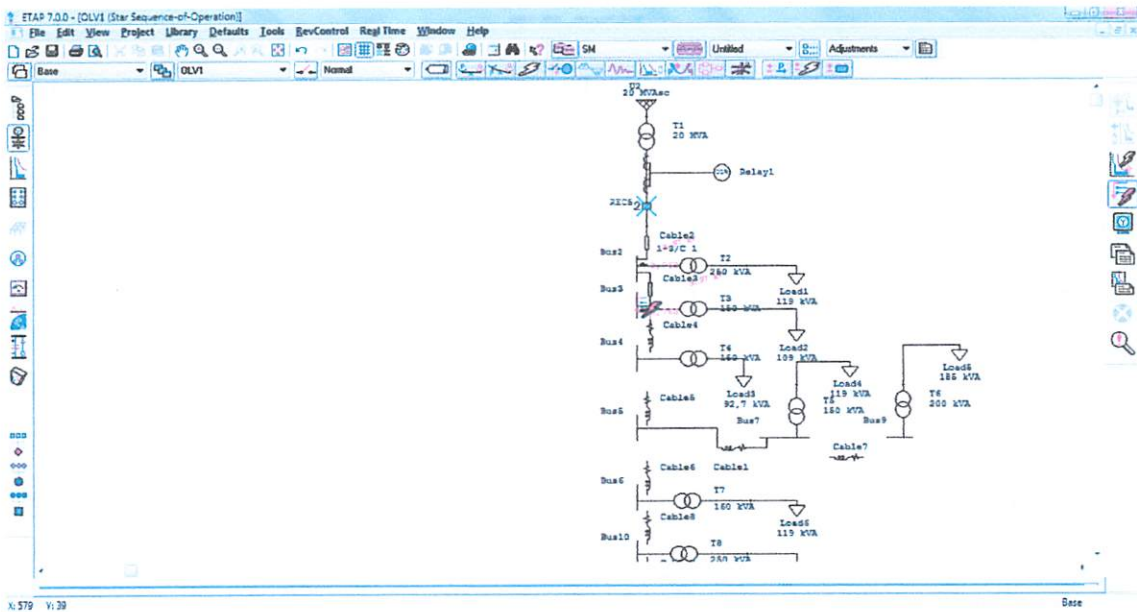


Gambar 4.31 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 2 penyulang singosari

Gambar 4.31 menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah yang terjadi pada penyulang singosari akan menyebabkan rele pada recloser 2 menjadi trip sehingga gangguan hanya pada recloser 2 dan recloser 3 yang mengalami black out.

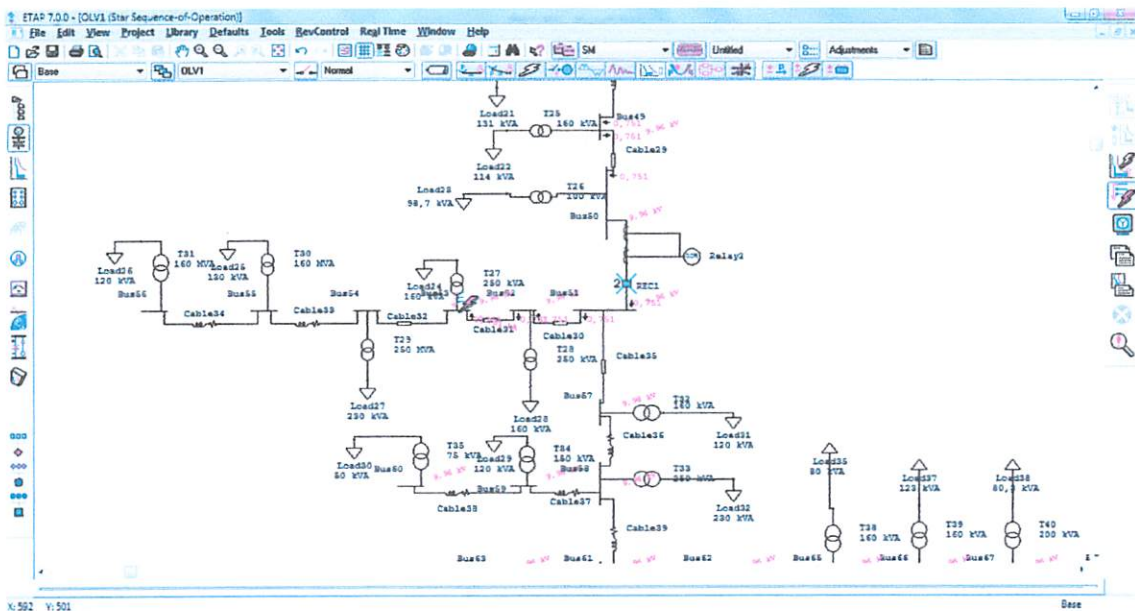


Gambar 4.32 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa pada recloser 3 penyulang singosari



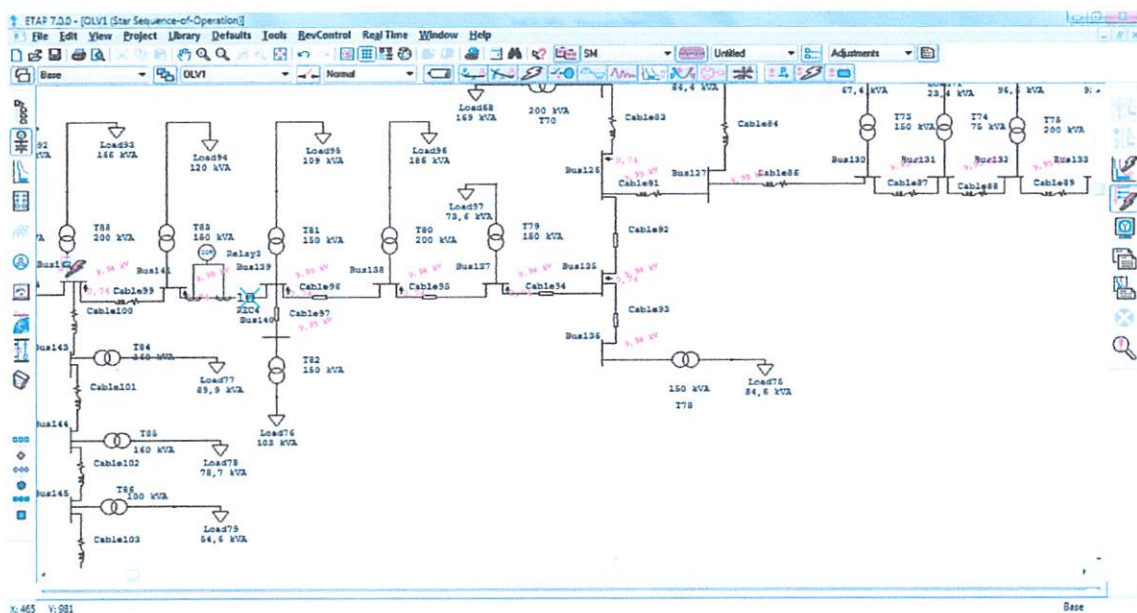
Gambar 4.33 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap rele gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari

Gambar 4.33 menjelaskan bahwa gangguan fasa-fasa ketanah yang terjadi pada penyulang singosari menyebabkan rele pada recloser 1 menjadi trip sehingga seluruh penyulang mengalami gangguan.



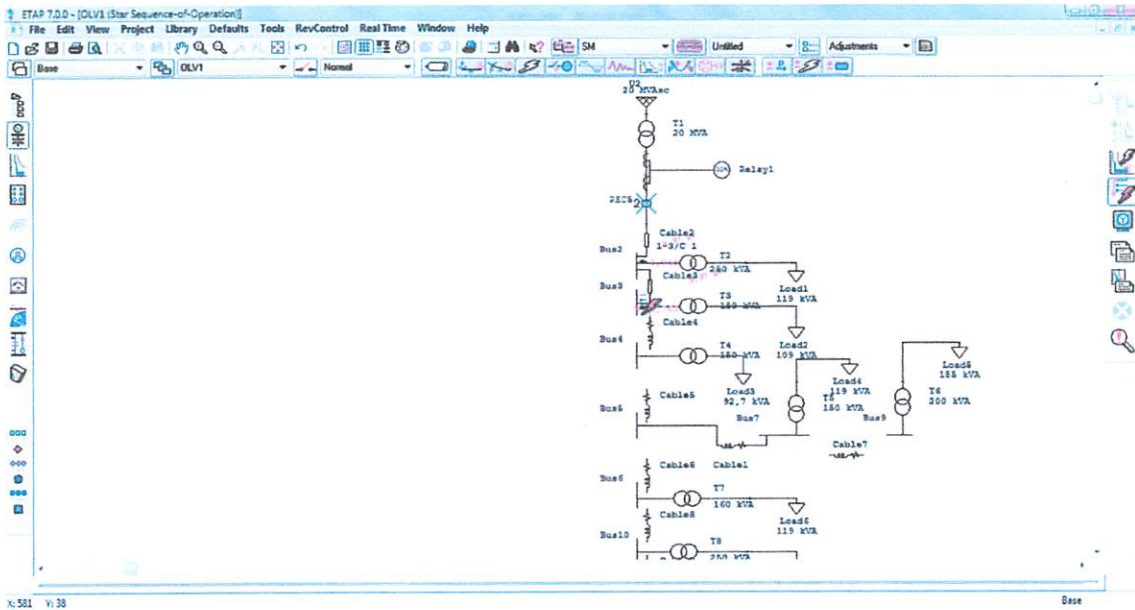
Gambar 4.34 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ke tanah pada recloser 2 penyulang singosari

Gambar 4.34 menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah yang terjadi pada penyulang singosari akan menyebabkan rele pada recloser 2 menjadi trip sehingga gangguan hanya pada recloser 2 dan recloser 3 yang mengalami black out.



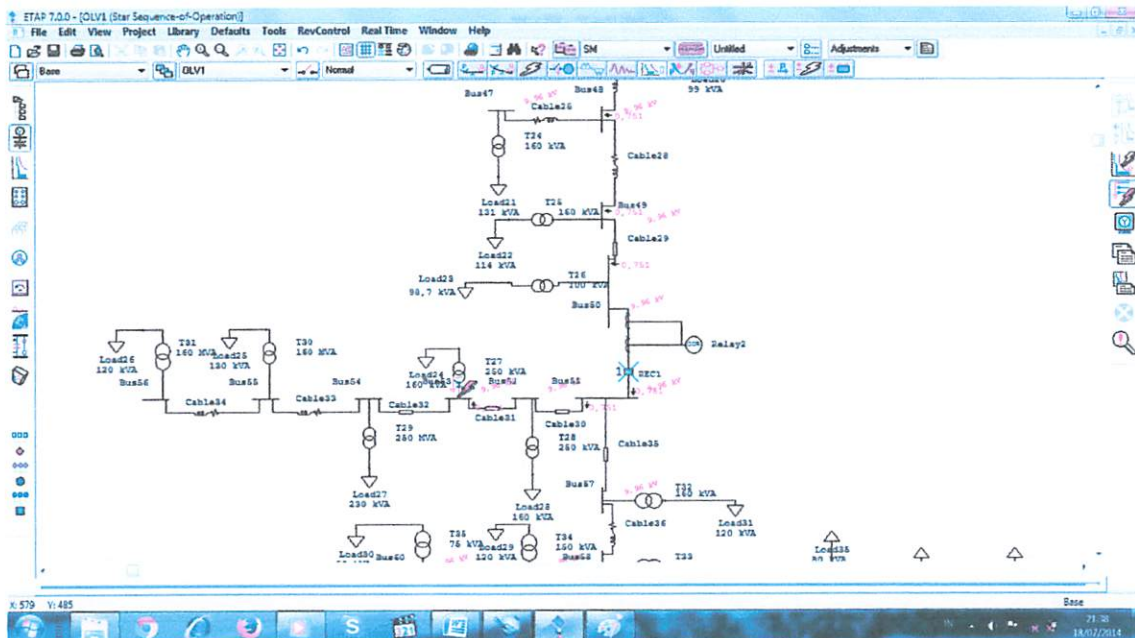
Gambar 4.35 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan fasa-fasa ke tanah pada recloser 3 penyulang singosari

Gambar 4.35 menjelaskan bahwa gangguan fasa-fasa ketanah yang terjadi pada penyulang singosari akan menyebabkan rele pada recloser 3 menjadi trip.



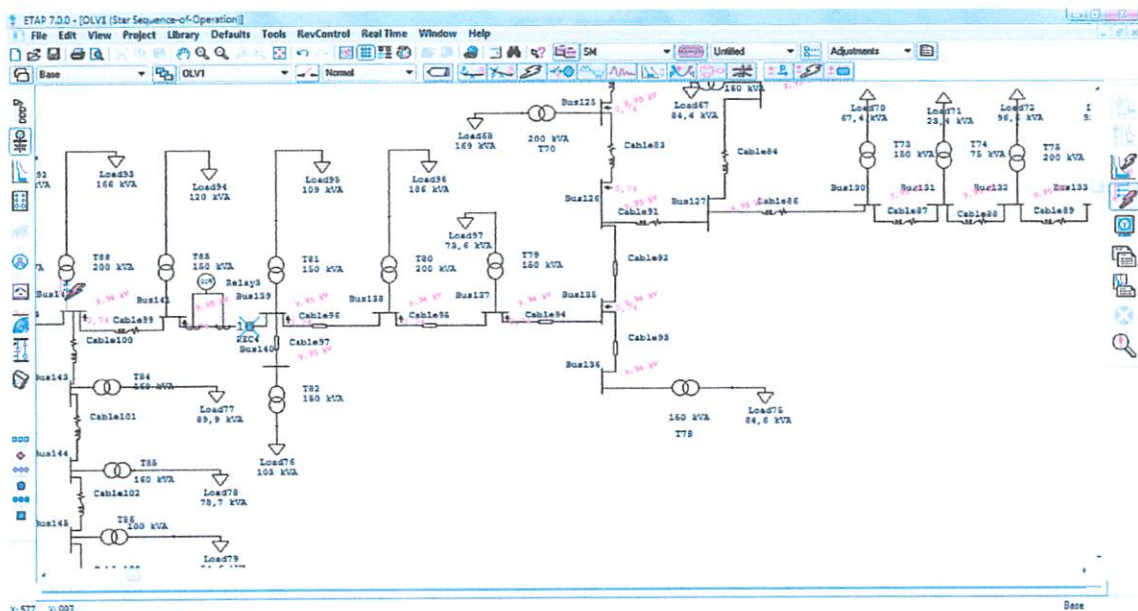
Gambar 4.36 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan 3 fasa pada recloser 1 penyulang singosari

Gambar 4.36 menjelaskan bahwa gangguan 3 fasa yang terjadi pada penyulang singosari menyebabkan rele pada recloser 1 menjadi trip sehingga seluruh penyulang mengalami gangguan.



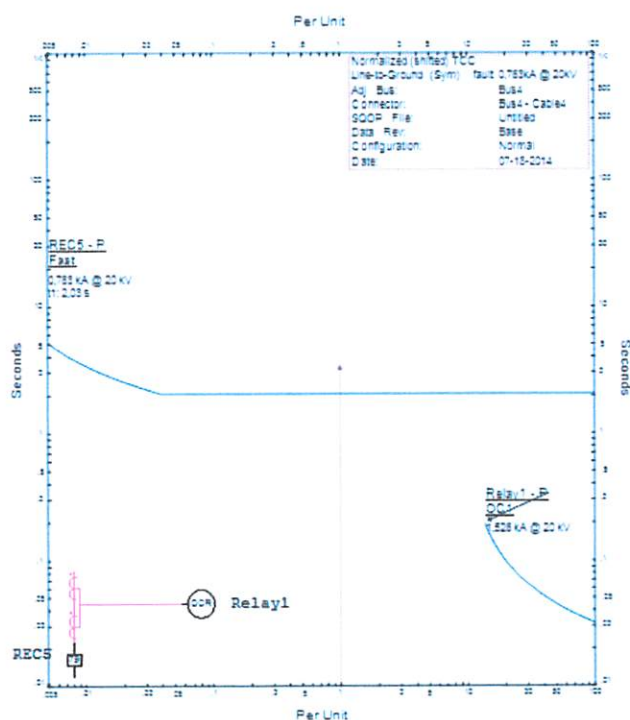
Gambar 4.37 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan 3 fasa pada recloser 2 penyulang singosari

Gambar 4.37 menjelaskan bahwa gangguan 3 fasa yang terjadi pada penyulang singosari akan menyebabkan rele pada recloser 2 menjadi trip sehingga gangguan hanya pada recloser 2 dan recloser 3 yang mengalami black out.



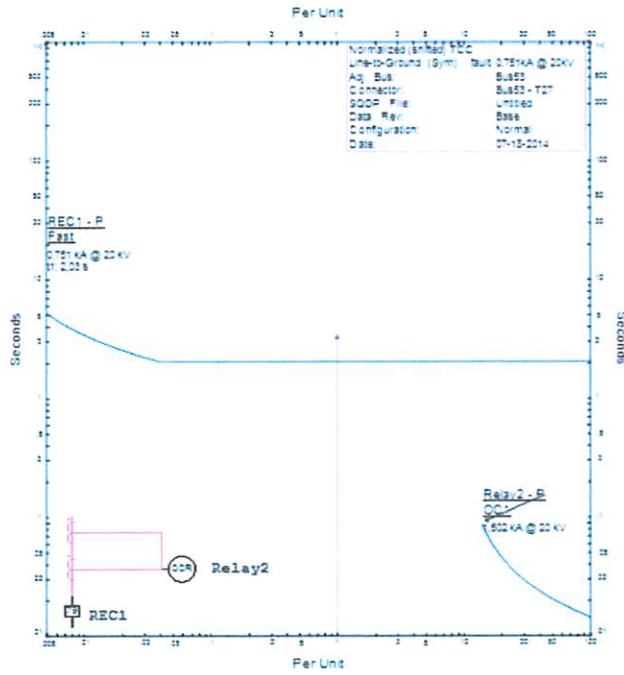
Gambar 4.38 Simulasi setelah selektivitas rele terhadap gangguan 3 fasa pada recloser 3 penyulang singosari

Gambar 4.38 menjelaskan bahwa gangguan 3 fasa yang terjadi pada penyulang singosari akan menyebabkan rele pada recloser 3 menjadi trip.



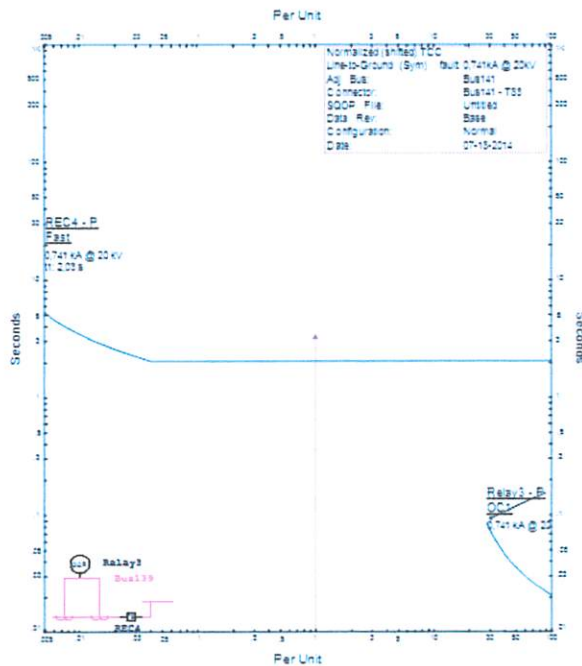
Grafik 4.13 OCR dengan gangguan satu fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.13 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan satu fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.525 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.011 s.



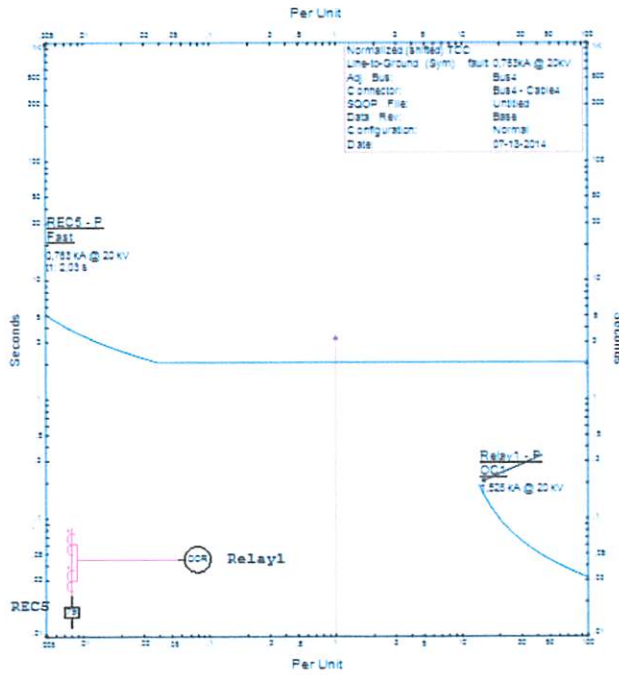
Grafik 4.14 OCR dengan gangguan satu fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.14 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan satu fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.502 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



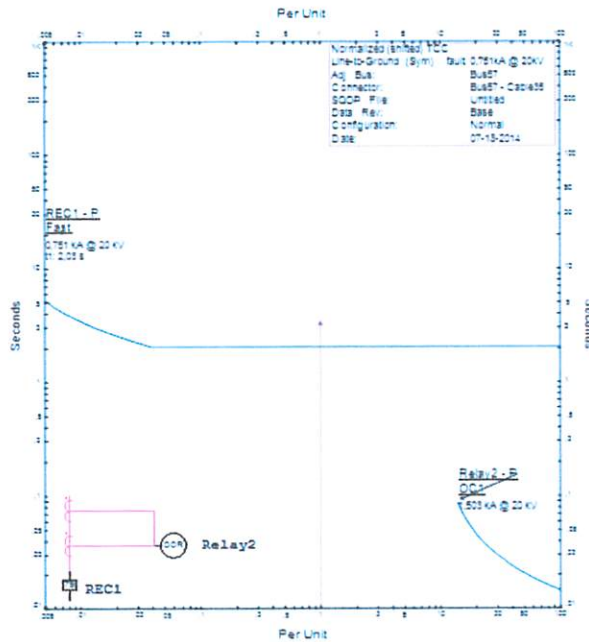
Grafik 4.15 OCR dengan gangguan satu fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.15 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan satu fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 0.741 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.005 s.



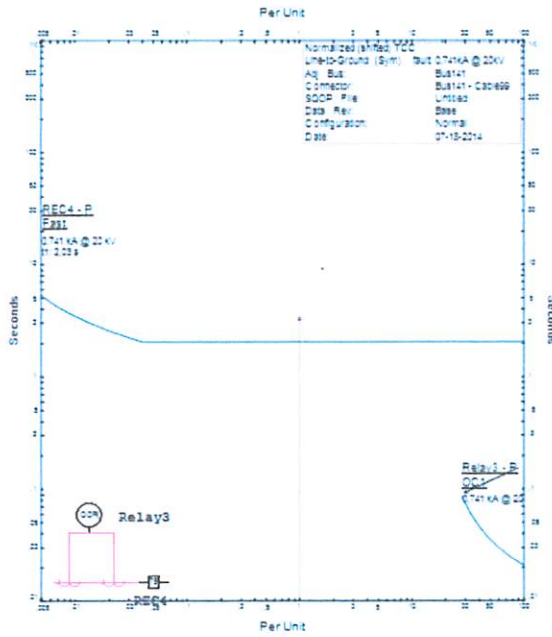
Grafik 4.16 OCR dengan gangguan fasa-fasa pada recloser 1 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.16 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.525 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



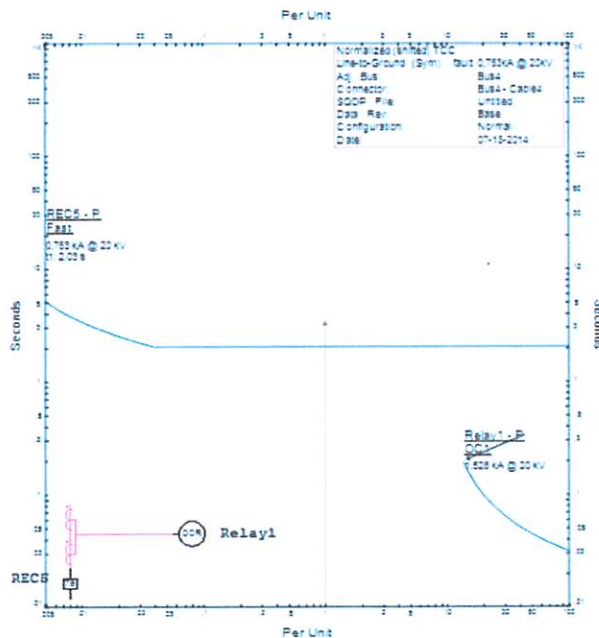
Grafik 4.17 OCR dengan gangguan fas-fasa pada recloser 2 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.17 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.503 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.005 s.



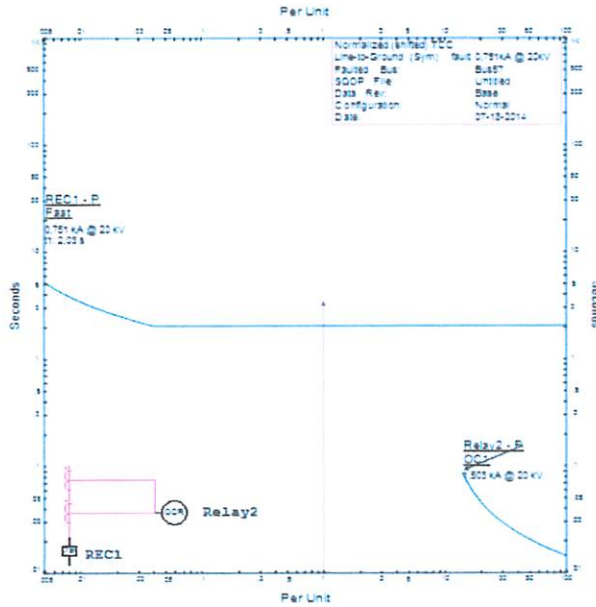
Grafik 4.18 OCR dengan gangguan fasa-fasa pada recloser 3 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.18 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 0.741 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.005 s.



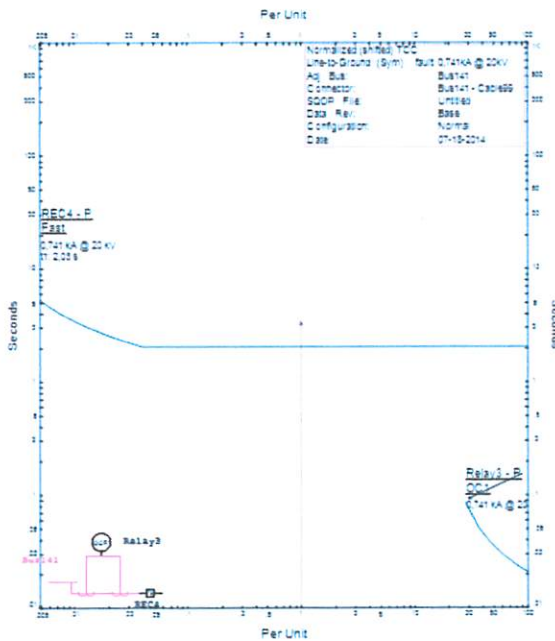
Grafik 4.19 OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 1 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.19 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.526 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.011 s.



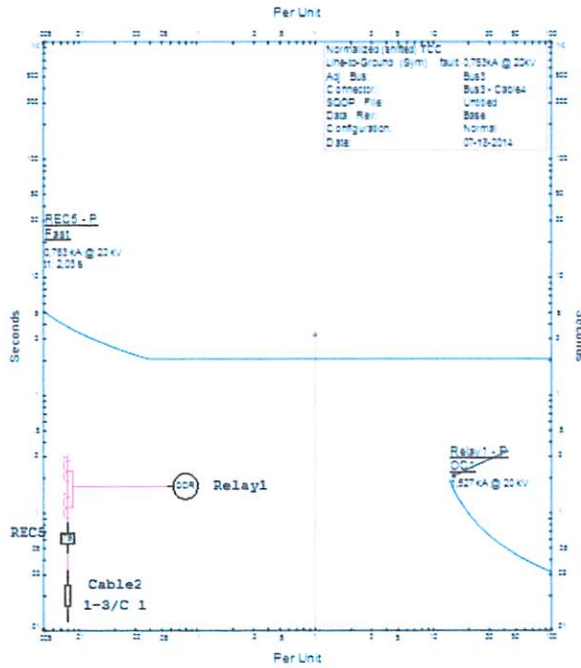
Grafik 4.20 OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 2 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.20 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.503 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



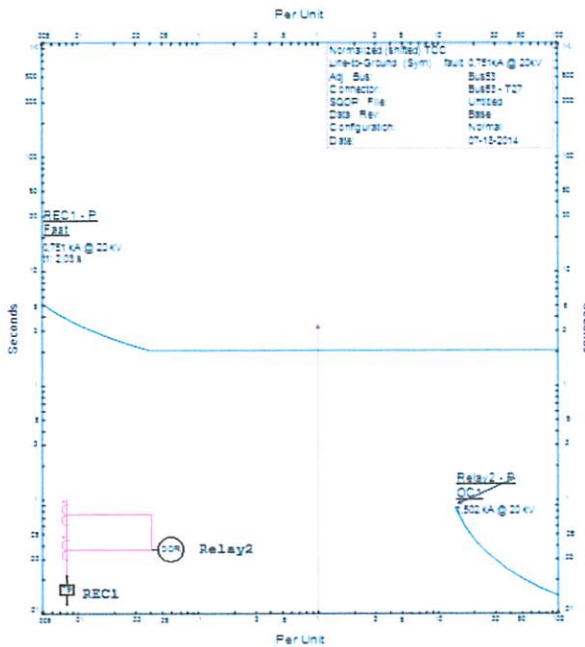
Grafik 4.21 OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah pada recloser 3 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.21 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan fasa-fasa ketanah. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.503 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.017 s.



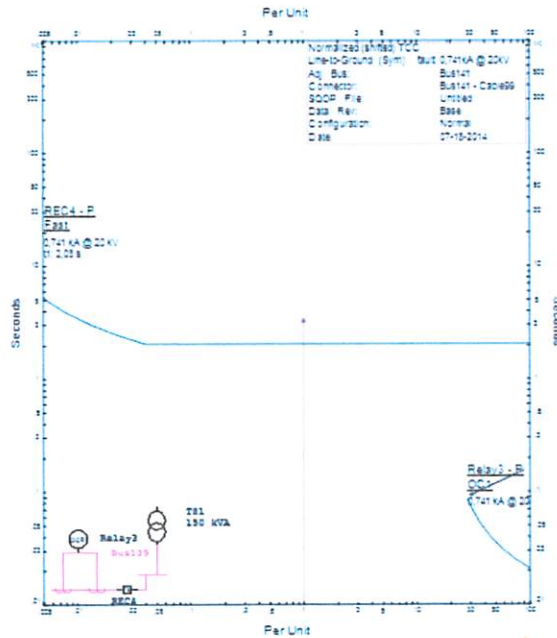
Grafik 4.22 OCR dengan gangguan 3 fasa pada recloser 1 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.22 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan 3 fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.527 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.011 s.



Grafik 4.23 OCR dengan gangguan 3 fasa pada recloser 2 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.23 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan 3 fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 1.502 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.005 s.



Grafik 4.24 OCR dengan gangguan 3 fasa pada recloser 3 penyulang singosari setelah penyetelan ulang.

Grafik 4.24 merupakan grafik dari waktu rele OCR dengan gangguan 3 fasa. Grafik tersebut menjelaskan bahwa gangguan satu fasa ketanah sebesar 0.741 kA dan OCR bekerja pada waktu 0.005 s.

Tabel 4.7 Kondisi selektivitas rele terhadap recloser satu setelah penyetelan ulang pada penyulang singosari.

No	Sumber Gangguan	Gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)	Dampak gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)
				Fasa (KA)	Ground (kA)				Fasa (KA)	Ground (kA)	
1	R1	L-G	Trip	1,525	1,525	0,011	R2 & R3	Tidak	0	0	0
2	R1	L-L-G	Trip	1,525	1,525	0,017	R2 & R3	Tidak	0	0	0
3	R1	L-L	Trip	1,526	1,526	0,011	R2 & R3	Tidak	0	0	0
4	R1	3 Fasa	Trip	1,527	1,527	0,011	R2 & R3	Tidak	0	0	0

Tabel 4.8 Kondisi selektivitas rele terhadap recloser dua setelah penyetelan ulang pada penyulang singosari.

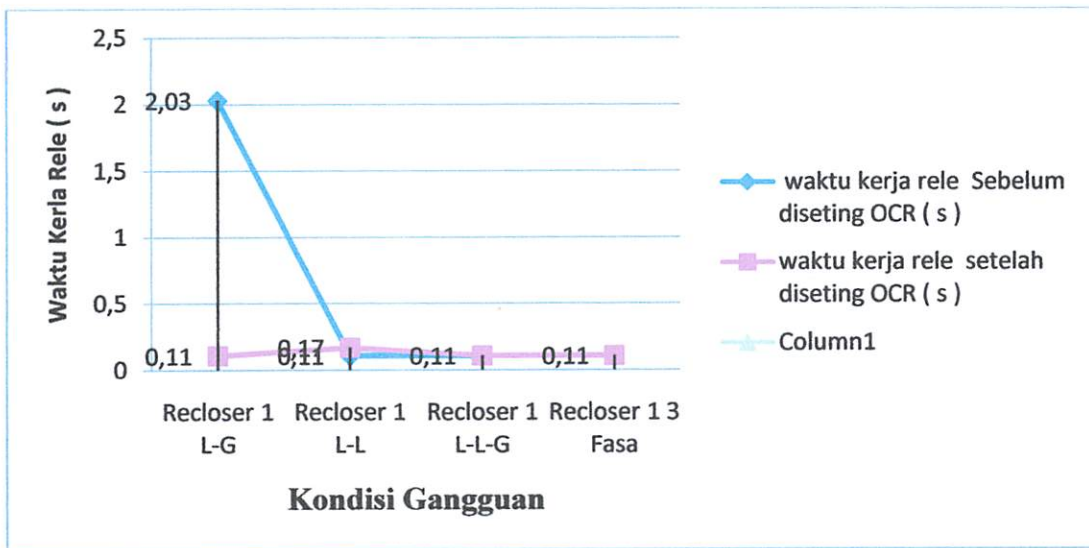
No	Sumber Gangguan	Gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)	Dampak gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele OCR (ms)
				Fasa (KA)	Ground (kA)				Fasa (KA)	Ground (kA)	
1	R2	L-G	Trip	1,502	1,502	0,017	R1 & R3	Tidak	0	0	0
2	R2	L-L-G	Trip	1,503	1,503	0,05	R1 & R3	Tidak	0	0	0
3	R2	L-L	Trip	1,503	1,503	0,017	R1 & R3	Tidak	0	0	0
4	R2	3 Fasa	Trip	1,502	1,502	0,005	R1 & R3	Tidak	0	0	0

Tabel 4.9 Kondisi selektivitas rele terhadap recloser tiga setelah penyetelan ulang pada penyulang singosari.

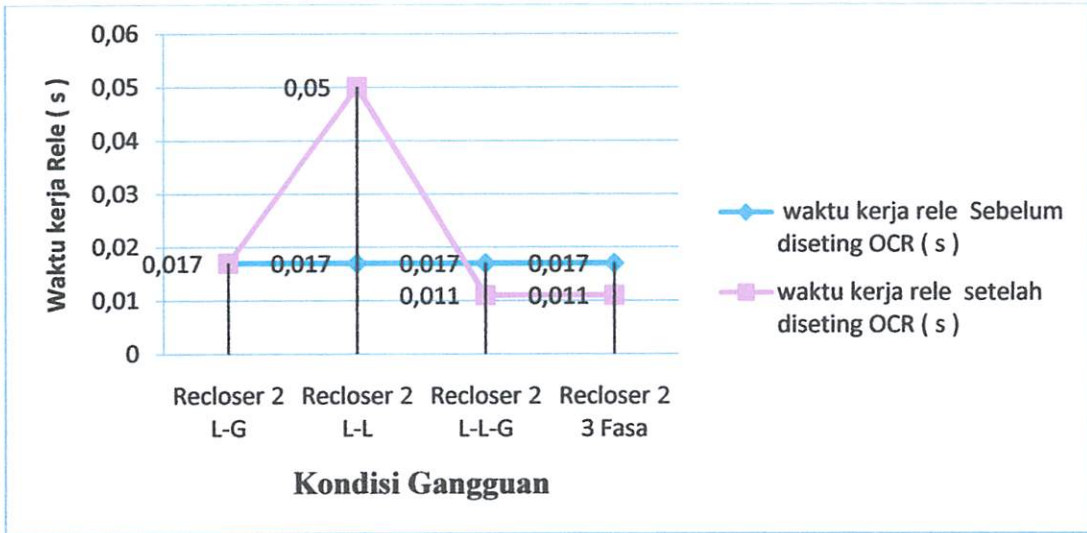
No	Sumber Gangguan	Gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele	Dampak gangguan	Kondisi Recloser	Arus gangguan		Waktu kerja Rele
				Fasa (KA)	Ground (kA)	OCR (ms)			Fasa (KA)	Ground (kA)	OCR (ms)
1	R3	L-G	Trip	0,741	0,741	0,05	R1 & R2	Tidak	0	0	0
2	R3	L-L-G	Trip	0,741	0,741	0,05	R1 & R2	Tidak	0	0	0
3	R3	L-L	Trip	1,503	1,503	0,017	R1 & R2	Tidak	0	0	0
4	R3	3 Fasa	Trip	0,741	0,741	0,05	R1 & R2	Tidak	0	0	0

Pada kondisi setelah disetel ulang terlihat pada pada tabel4.6, tabel 4.7 dan 4.8 dapat kita lihat waktu kerja rele arus lebih (*over current rele*) sudah mengalami waktu *minimum untuk aman sistem proteksi*. Semakin singkat pengaturan waktu setelanya maka smekin baik pula kordinasi dari ketiga rele tersebut untuk memproteksi penyulang singosari.

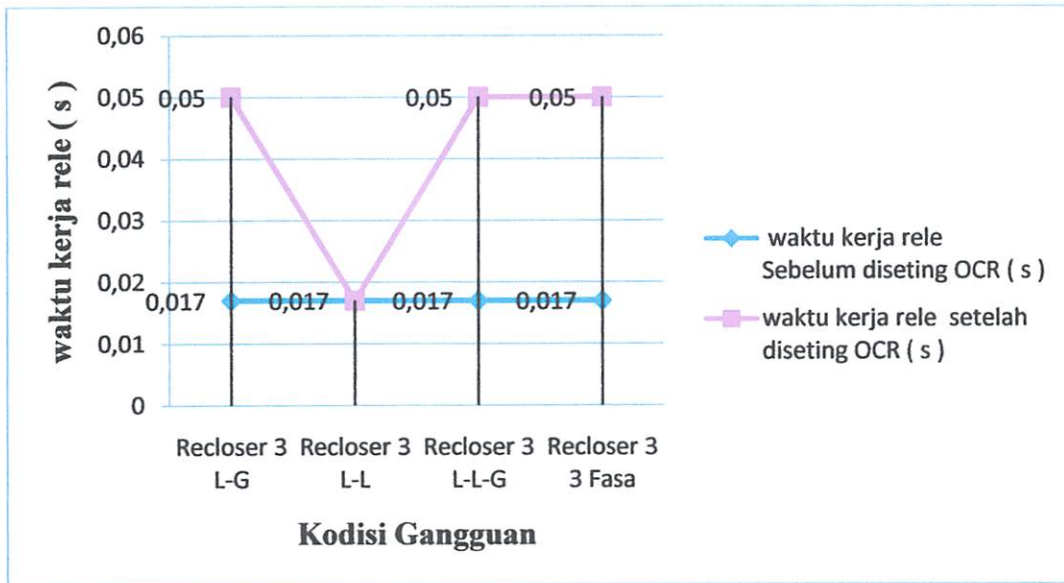
Grafik 4.25 Grafik perbandingan sebelum dan setelah diseting pada recloser satu penyulang singosari



Grafik 4.26 Grafik perbandingan sebelum dan setelah diseting pada recloser dua penyulang singosari



Grafik 4.27 Grafik perbandingan sebelum dan setelah diseting pada recloser tiga penyulang singosari



4.6 Perhitungan Indeks keandalan SAIFI Dan SAIDI

4.6.1 Perhitungan Indeks keandalan SAIFI

Analisa indeks frekuensi pemadaman rata-rata (SAIFI) dari januari sampai dengan desember 2013 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Saifi = Ci / N \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana:

C_i = Jumlah pelanggan padam

N = Jumlah pelanggan

Untuk bulan Januari:

➤ Jumlah pelanggan (C_i) = 10498 MW

➤ Jumlah pelanggan (N) = 11498 MW

$Saifi = C_i / N$

$Saifi = 10498 / 11498 = 0.913028$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan SAIFI dari Januari sampai dengan Desember 2013 dapat diperlihatkan pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel .4.10 Hasil Perhitungan SAIFI Tahun 2013

NO	Bulan	Jumlah		SAIFI (C_i/N)
		Pelanggan padam (C_i)	Pelanggan (N)	
1	Januari	10498	11498	0,913028
2	Februari	10536	11325	0,930331
3	Maret	9273	11896	0,779505
4	April	11231	12113	0,927185
5	Mei	10346	12913	0,801208
6	Juni	11385	13223	0,860999
7	Juli	11271	13627	0,827107
8	Agustus	12371	13932	0,887555
9	September	12985	14871	0,873175
10	Oktober	13435	14941	0,899203
11	November	13965	13321	0,911494
12	Desember	12435	13748	0,789624

Jumlah pelanggan rata-rata dalam satu tahun

$$161408 / 12 \text{ Bulan} = 13450,666$$

Jadi indeks frekuensi pemadaman rata-rata (SAIFI) yakni:

$SAIFI = \text{Pemadaman} / \text{tahun}$

$$= 139631 / 13450,666$$

$$= 10,380 \text{ kali}$$

4.6.2 Perhitungan Indeks keandalan SAIDI

Analisa Indeks Lama Pemadaman Rata-rata (SAIDI) dari Januari sampai dengan Desember 2013 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Saidi = Ci.ti / N \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana:

Ci.ti = Jam pelanggan padam

N = Jumlah pelanggan

Untuk bulan Januari

➤ Jam x pelanggan padam (Ci.ti) = 9731

➤ Jumlah pelanggan N = 11498

$$SAIDI = Ci.ti / N$$

$$= (9731) / (11498)$$

$$= 0,846321$$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan SAIDI dari Januari sampai dengan Desember 2013 dapat diperlihatkan pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 4.11 Hasil perhitungan SAIDI Tahun 2013

NO	Bulan	Jumlah		SAIDI (Ci.ti/N)
		Jam Pelanggan padam (Ci.ti)	Pelanggan (N)	
1	Januari	9731	11498	0,846321
2	Februari	9232	11325	0,776059
3	Maret	10332	11896	0,868527
4	April	10356	12113	0,878847
5	Mei	11621	12913	0,899945
6	Juni	12126	13223	0,917038
7	Juli	12231	13627	0,889831
8	Agustus	12336	13932	0,885443
9	September	13346	14871	0,897451
10	Oktober	11621	14941	0,777792
11	November	13631	13321	0,889693
12	Desember	13421	13748	0,852235

Jumlah pelanggan rata-rata dalam satu tahun

$$161408 / 12 \text{ bulan} = 13450,666$$

Jadi Indeks pemadaman rata-rata (SAIDI) yakni:

$$\text{SAIDI} = \text{Jam} / \text{Tahun}$$

$$= 139964 / 13450,666$$

$$= 624,3 \text{ menit}$$

$$= 10,405 \text{ jam per pelanggan per tahun.}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis mengenai penempatan recloser pada penyulan singosari dengan menggunakan ETAP Power Station dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil simulasi dengan penyetingan Recloser maka respon gangguan akan menjadi baik dengan adanya nilai penurunan gangguan.
2. Pada sistem tersebut terdapat nilai penurunan yaitu pada saat kondisi recloser disetting nilai awal gangguan satu fasa ketanah sebesar 1,529 kA dan OCR bekerja pada waktu 2,03 (s) dan nilai setelah recloser disetting sebesar 1,525 kA dan OCR bekerja pada waktu 0,011 (s).
3. Keandalan dengan penggunaan recloser pada Saidi dan Saifi yaitu pada saat sebelum dan sesudah recloser di setting ulang mempunyai penurunan gangguan dan waktu pemadaman dalam setahun yaitu Saifi = 10 kali pemadaman per tahun dan Saidi = 10,405 jam per tahun.
4. Simulasi keandalan sistem dilakukan dengan Software ETAP Power Satation dan dan evaluasi keandalan sistem adalah dengan pemasangan recloser pada sistem distribusi maka recloser dapat melokalisir gangguan pada sistem tersebut dengan cepat.

5.2 Saran

Untuk menganalisa keandalan sistem distribusi dengan menggunakan Etap Power Station jika memungkinkan sebaiknya dapat diperoleh data lapangan di APJ malang yang mencatat waktu terjadinya gangguan agar dapat diketahui karakteristik gangguan yang sering terjadi di penyulang tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Basri, Hasan, “sistem distribusi daya listrik” (Jakarta : ISTN, 1970
- [2] Marsudi, Djiteng, “Operasi Sistem Tenaga Listrik” Balai Penerbit dan Humas ISTN, 1990
- [3] Drs, Ady Supriadi, SISTEM PENGAMAN TENAGA LISTRIK.
- [4] Recloser. COOPER Power system.
- [5] Sukerayasa, *Evaluasi Keandalan Penyulang Konfigurasi Radial dan Spindel*, Teknologi Elektro Vol.6 No.3, 2007.
- [6] Dunia Listrik *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*.
<http://dunialistrik.blogspot.com/2008/12/sistem-distribusi-tenaga-listrik.htm>
- [7] ETAP User Guide. Operation Technology, Inc
- [8] Ir. Abdul Hadi. AS Pabla. SISTEM DISTRIBUSI DAYA LISTRIK.
- [9] DISTRIBUSI DAN UTILITAS TENAGA LISTRIK, ABDUL Kadir.



LAMPIRAN



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. **Nama** : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
2. **NIM** : 09.12.002
3. **Program Studi** : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. **Konsentrasi** : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. **Judul Skripsi** : ANALISIS PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK BLIMBING MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION

Dipertahankan di hadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 12 Agustus 2014
Dengan Nilai : 75.395 (B+) *r*

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

(M. Ibrahim Ashari, ST, MT)
NIP. Y. 1030100358

Sekretaris

(Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST, MT)
NIP. Y. 1030800417

Anggota Penguji

Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSSE
NIP. Y. 1018500108

Penguji II

Ir. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program Studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 12 Agustus 2014

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Cirilo Juvenal Marques Dos Santos Belo
2. NIM : 09.12.002
3. Program Studi : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : **ANALISIS PENGGUNAAN RCLOSER UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK BLIMBING MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION**

No	Penguji	Materi Perbaikan	Paraf
1	Penguji 1	Sesuai dengan saran pembimbing	
2	Penguji 2	Pada kesimpulan masukkan indikator keandalan (SAIDI, SAIFI) untuk mendukung eandalan yang terjadi.	

Disetujui:

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y.1018500108

Dosen Penguji II

Ir. Abdul Hamid, MT
NIP.Y.1018800188

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
NIP. Y. 1018800189

Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

1.	Nim	: 0912002		
2.	Nama	: CIRILO JUVENAL MARQUES		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	25 Nopember 2013	09.00	III.1.5	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	(LIHAT REVISI DI ADM PRODI/ELEARNING) ANALISA PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI..... MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Catatan :	- jelaskan apa itu recloser apa beda dgn OCR. - jelaskan apa itu setting recloser & keandalan		
8.	Catatan :			
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II	
	(.....)		(.....)	
	(.....)		(.....)	
Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
		Pembimbing I	Pembimbing II	
(.....)		(.....)		

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing : Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di G.I Blimbing Menggunakan ETAP

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	4-5-2014	10:15	- Sempurnakan judul Belo - Peta Bab II meraka ke referensi yg di pakai	<i>[Signature]</i> 26/5
2	13-5-2014	09:35	- Penulisan KV yg benar (bukan KV) - Lanjutan yg kebutuhan	<i>[Signature]</i> 26/5
3	9-06-2014	09:30	- Aspek Bab I, II, III - Check detail in tabel keandalan yg di tetapkan program	<i>[Signature]</i> 28/6
4	2-JULI-2014	09:45	- Data mesin Belo (V awal) - Bab III, metode: ktf, Gascon, cktg, Rel. keandalan - Flowchart	<i>[Signature]</i>
5	14-juni-2014	10:15	- Peta Bab II (draft) - Data transmisi pt Belo (V awal (sebelum hasil analisis)). - Tabel mesin ke Bab. IV IR, SG, kctg, keandalan, kctg, kctg, kctg	<i>[Signature]</i>
6	15-JULI-2014	12:15	- Rumus Persamaan SAIDI dan SAIFI di ketik yang benar.	<i>[Signature]</i>
7	18-JULI-2014	13:15	Revisi tata tulis. Buat Maklup	<i>[Signature]</i>



Malang, 18 JULI 2014

Pembimbing

Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 196105031992021001

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing : Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di G.I Blimbing Menggunakan ETAP

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	SELASA 22-JULY 2014	09:45	Acc gambar	
9	Sabtu 09-08-2014	11:30	Revisi tulis Acc ujian	
10				
11				
12				
13				
14				

Malang, 09 - AGUSTUS 2014

Pembimbing



Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
 NIP. 196105031992021001

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing : Ir.Teguh Herbasuki, MT
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV DI G.I Blimbing Menggunakan ETAP

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	Jumat 25/04 2014	10:15	Tujuan kurang jelas	
2	Kamis 08/05 2014	12:45	Tinjauan Pustaka	12/5
3	Kamis 03/06 2014	09:30	Metode penelitian	
4	Kamis 10/06 2014	10:45	Data dr. GI Blimbing	12/6
5	RABU 2/07/2014	9:15	ASISTENSI BAB I, II DAN BAB III	
6	SABTU 5/07/2014	12:15	CEK DETAIL INDEKS KEANDALAN	
7	SELASA 8/07/2014	9:20	SETTING PELE PADA GANGGUAN & DAM KEANDALAN RECLOSER	

Malang, 4 AGUSTUS 2014

Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT
 NIP. Y.1038900209

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing : Ir. Teguh Herbasuki, MT
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV DI G.I Blimbing Menggunakan ETAP

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	JUMAT 11/07/2014	10:30	DATA DIMASUKKAN PADA BAB IV	
9	SENIN 14 JULI 2014	09:15	SETTING RECLOSER KEAPDALAN (FLOWCHART)	
10	KAMIS 17 JULI 2014	12:45	RUMUS PERAMAAN SAIDI DAN SAIFI DI KETIK YANG BENAR	
11	SENIN 21 JULI 2014	09:20	BAB III METODE YANG DIGUNAKAN	
12	RABU 23 JULI 2014	12:15	ACC SEMINAR	
13	SABTU 26 JULI 2014	10:15	REVISI KESIMPULAN DAN SARAN	
14	SENIN 4 AGUSTUS 2014	09:45	REVISI TATA TULIS ACC UJIAN	

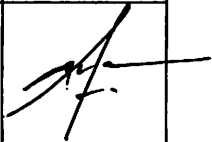
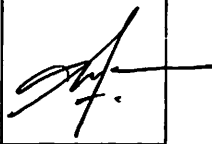
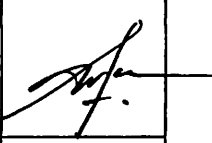
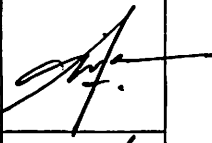
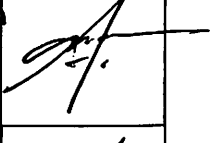
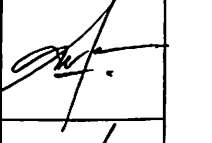
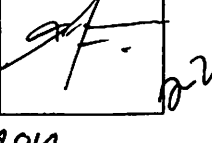
Malang, 4 AGUSTUS 2014

Pembimbing

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y.1038900209

MONITORING KEHADIRAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : Cirilo Juvenal Marques Dos Santos Belo
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing 1 : Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
 Nama Pembimbing 2 : Ir. Teguh Herbasuki, MT
 Tempat Skripsi : Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di G.I Blimbing Menggunakan ETAP

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Kehadiran	Kegiatan/Aktivitas	Paraf Ka.Lab.
1	Rabu 02/2014 /04	11 : 30	- Belajar Simulasi ETAP	
2	Kamis 10/2014 /04	13 : 00	- Simulasi ETAP	
3	Sabtu 25/2014 /04	10 : 45	- Proses Pengambilan Data di APJ. Malang	
4	Sabtu 02/2014 /05	11 : 15	- Proses Gambar Single Line Diagram Menggunakan ETAP	
5	Jumat 08/2014 /05	13 : 00	- Gambar Single Line diagram pada ETAP	
6	Senin 12/2014 /05	12 : 45	- INPUT Data di ETAP Power Station	
7	Senin 19/2014 /05	13 : 00	- LOAD FLOW System di ETAP.	

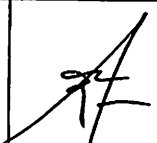
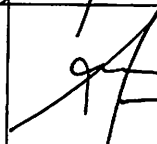
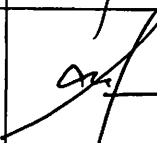
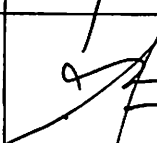
Malang, 19 Mei 2014.....

Kepala Laboratorium Simulasi Sistem
Tenaga Elektrik

Awan Uji Krismanto, ST, MT
NIP. 132314402

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : Cirilo Juvenal Marques Dos Santos Belo
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing 1 : Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
 Nama Pembimbing 2 : Ir. Teguh Herbasuki, MT
 Tempat Skripsi : Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di G.I Blimbing Menggunakan ETAP


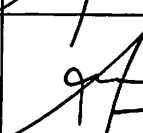
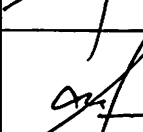
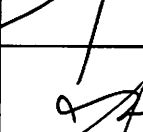
Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Kehadiran	Kegiatan/Aktivitas	Paraf Ka.Lab.
8	Sabtu 07/06 2014	11:30	Memperbaiki gambar single line	
9	1 12/06 2014	12:15	Perbaikan input data single line.	
10	21/06 2014	13:00	Masukkan data Recloser dan mengsetting Recloser	
11	24/06 2014	13:00	Men-setting ulang Recloser dan cetak Report di ETAP.	 2.2/6
12				
13				
14				

Malang, 27 JUNI 2014

Kepala Laboratorium Simulasi Sistem
 Tenaga Elektrik

MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : Cirilo Juvenal Marques Dos Santos Belo
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing 1 : Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
 Nama Pembimbing 2 : Ir. Teguh Herbasuki, MT
 Tempat Skripsi : Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di G.I Blimbing Menggunakan ETAP

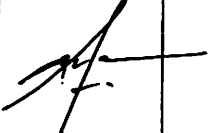
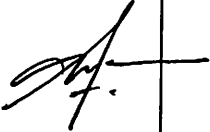
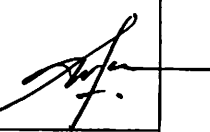
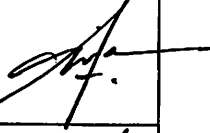
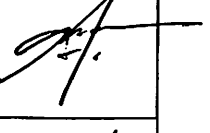
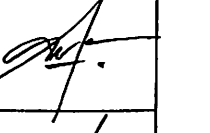
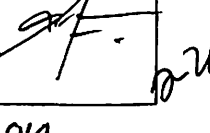
Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Kehadiran	Kegiatan/Aktivitas	Paraf Ka.Lab.
8	Sabtu 07/06 2014	11:30	Memperbaiki gambar single line	
9	1 12/06 2014	12:15	Perbaikan input data single line.	
10	21/06 2014	13:00	Masukkan data Recloser dan mengsetting Recloser	
11	24/06 2014	13:00	Men-setting ulang Recloser dan cetak Report di ETAP.	 27/6
12				
13				
14				

Malang, 27 JUNI 2014

Kepala Laboratorium Simulasi Sistem
Tenaga Elektrik

MONITORING KEHADIRAN SKRIPSI
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : Cirilo Juvenal Marques Dos Santos Belo
 NIM : 09.12.002
 Nama Pembimbing 1 : Dr. Eng Ir. I Made Wartana, MT
 Nama Pembimbing 2 : Ir. Teguh Herbasuki, MT
 Tempat Skripsi : Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
 Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Recloser Untuk Meningkatkan Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV Di G.I Blimbing Menggunakan ETAP

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Kehadiran	Kegiatan/Aktivitas	Paraf Ka.Lab.
1	Rabu 02/ 2014 /04	11 : 30	- Belajar Simulasi ETAP	
2	Kamis 10/ 2014 /04	13 : 00	- Simulasi ETAP	
3	Sabtu 25/ 2014 /04	10 : 45	- Proses Pengambilan Data di APJ. Malang	
4	Sabtu 02/ 2014 /05	11 : 15	- Proses Gambar Single Line Diagram Menggunakan ETAP	
5	Jumat 08/ 2014 /05	13 : 00	- Gambar Single Line diagram Pada ETAP	
6	Senin 2014 12/ 2014 /05	12 : 45	- INPUT Data di ETAP Power Station	
7	Senin 19/ 2014 /05	13 : 00	- LOAD Flow System di ETAP.	

Malang, 19 Mei 2014

Kepala Laboratorium Simulasi Sistem
Tenaga Elektrik

Awan Uji Krismanto, ST, MT
NIP. 132314402


Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Cirilo Juvenal MDSB
NIM : 0912002
Perbaikan meliputi :

Pd. Kesimpulan masukkan indikator keandalan (SAFI-SAFI) untuk mendukung keandalan yg terjadi.

Malang, 12-08-2014


(_____)



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **CIRILO JUVENAL MARQUES**
Nim : **0912002**
Semester : **IX (Sembilan)**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini menyatakan bersedia/~~tidak bersedia~~*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

ANALISA

" (LIHAT REVISI DI ADM PRODI/ELEARNING) ~~ANALISA~~ *ANALISA* PENGGUNAAN RECLOSER
UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV
DI.... MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP"

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Hormat Kami

Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

196105031992021001

*) Coret yang tidak perlu



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **CIRILO JUVENAL MARQUES**

Nim : **0912002**

Semester : **IX (Sembilan)**

Jurusan : **Teknik Elektro S-1**

Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini menyatakan bersedia/~~tidak bersedia~~*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

" (LIHAT REVISI DI ADM PRODI/ELEARNING) ANALISA PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI..... MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP"

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Hormat Kami

Ir. Teguh Herbasuki, MT

NIP.Y. 1038900209

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*) Coret yang tidak perlu



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

jumlah : 1 (satu) berkas

Pembimbing Skripsi

nama : Yth. Bapak/Ibu **Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT**

Dosen Teknik Elektro S-1

ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **CIRILO JUVENAL MARQUES**

Nim : **0912002**

Jurusan : **Teknik Elektro S-1**

Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

"(LIHAT REVISI DI ADM PRODI/ELEARNING) ANALISA PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI..... MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP"

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

CIRILO JUVENAL MARQUES

NIM. 0912002



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

piran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

da : Yth. Bapak/Ibu Ir. Teguh Herbasuki, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **CIRILO JUVENAL MARQUES**
Nim : **0912002**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

"(LIHAT REVISI DI ADM PRODI/ELEARNING) ANALISA PENGGUNAAN RECLOSER UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI..... MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP"

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Program Studi Teknik Elektro S-1

Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

CIRILO JUVENAL MARQUES

NIM. 0912002



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Nomor Surat : ITN-070/EL-FTI/2014

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : **CIRILO JUVENAL MARQUES**
Nim : **0912002**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2013-2014 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-070/EL-FTI/2014
Tempor : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : CIRILO JUVENAL MARQUES
Nim : 0912002
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2013-2014 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-070/EL-FTI/2014
Tempor : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Keperluan : Yth. Bapak/Ibu Ir. Teguh Herbasuki, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

Nama : CIRILO JUVENAL MARQUES
Nim : 0912002
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2013-2014 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-107/EL-FTI/2014 23 April 2014
Lampiran : -
Perihal : **Survey Pengambilan Data Skripsi**

Kepada : **Yth. Pimpinan PT. PLN (Persero) Distribusi Jatim APJ Malang
di – Malang**

Dengan hormat,

Bersama ini kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu agar mahasiswa kami dari Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang dapat diijinkan untuk melakukan survey dalam rangka pengambilan data skripsi, pada bulan April s/d Mei 2014.

Mahasiswa tersebut adalah:

No	Nama	NIM
1.	Cirilo Juvenal Marques	0912002

Demikian atas perhatian dan kebijaksanaannya kami ucapkan terima kasih.



Ketua
Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



JL. BASUKI RACHMAD No. 100 MALANG 651111

Telepon : (0341) 326034 - 035
Kotak Pos : 18

Facsimile : (0341) 362046
E-mail : plnmlg@pln-jatim.co.id

Website : www.pln-jatim.co.id

Nomor : 0561/330/AREA-MLG/2014
Surat Sdr.No. :
Lampiran : -
Perihal : Survey

30 April 2014

Kepada :
ITN NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Jurusan Teknik Elektro
Jl. Bendungan Sigura gura No.2
M a l a n g - 65145

Menindak lanjuti surat Saudara No. ITN-107/EL-FTI/2014 tanggal 23 April 2014 perihal Survey, maka dengan ini kami beritahukan bahwa kami mengizinkan mahasiswa Saudara atas nama :

1. Cirilo Juvenal Marques Nim : 0912002

Untuk melaksanakan Pengambilan Data Skripsi di PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Malang Jl. Basuki Rahmad No. 100 - .Malang.

Pelaksanaan mulai tanggal 05 Mei 2014 sampai dengan tanggal 30 Mei 2014 dengan persyaratan :

1. Mahasiswa tersebut mengisi surat pernyataan (terlampir) dilengkapi dengan pas foto ukuran 3x4 cm (1 lembar) dan di serahkan ke Bidang SDM.
2. PLN hanya memberikan data yang **TIDAK BERSIFAT RAHASIA**.
3. Menyerahkan buku laporan hasil Riset/Survey/Observasi dan softcopynya ke Bidang SDM, PT. PLN (Persero) Dist. Jatim Area Malang 1 (satu) buah.

Demikian disampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

PLH ASMAN PELAYANAN DAN ADMINISTRASI,
SUPERVISOR ADMINISTRASI UMUM



FEBRINA MARNARIZKA PUTRI



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS SANTOS BELO
 NIM : 09.12.002
 Semester : IX (SEMBILAN)
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-I
 Konsentrasi : ~~TEKNIK ENERGI LISTRIK~~
 ~~TEKNIK ELEKTRONIKA~~
 ~~TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA~~
 ~~TEKNIK KOMPUTER~~
 ~~TEKNIK TELEKOMUNIKASI~~

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.


Lampiran persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:


1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB)sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Dengan permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yang diteliti kebenarannya data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro S-I

Malang, 02. OCTOBER.....2013
 Pemohon


 (...Fusi Hidayati)


 (.CIRILO J. MARQUES.)

Ketua P



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 MALANG



KARTU PESERTA SEMINAR

Nomor : /EL/ /

Nama : CIRILO JUVENAL MARQUES DOS.S.BELO NIM : 09.12.002.

Menyatakan telah berperan aktif dalam Seminar Skripsi Jurusan Teknik Elektro S-1 dengan kegiatan sebagai berikut

No	Kegiatan	Paraf Kajur / Sekjur / Dosen Pengamat										Jumlah Minimal
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Penyanggung Utama	<i>CS</i>	<i>CS</i>	<i>CS</i>	<i>CS</i>							
2.	Pertanyaan / Masukan	<i>CS</i>	<i>CS</i>	<i>CS</i>	<i>CS</i>							
3.	Peserta Seminar	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>	<i>b</i>		

Sehingga telah / belum memenuhi salah satu persyaratan untuk dapat melaksanakan seminar skripsi

Mengetahui
 Kajur / Sekjur

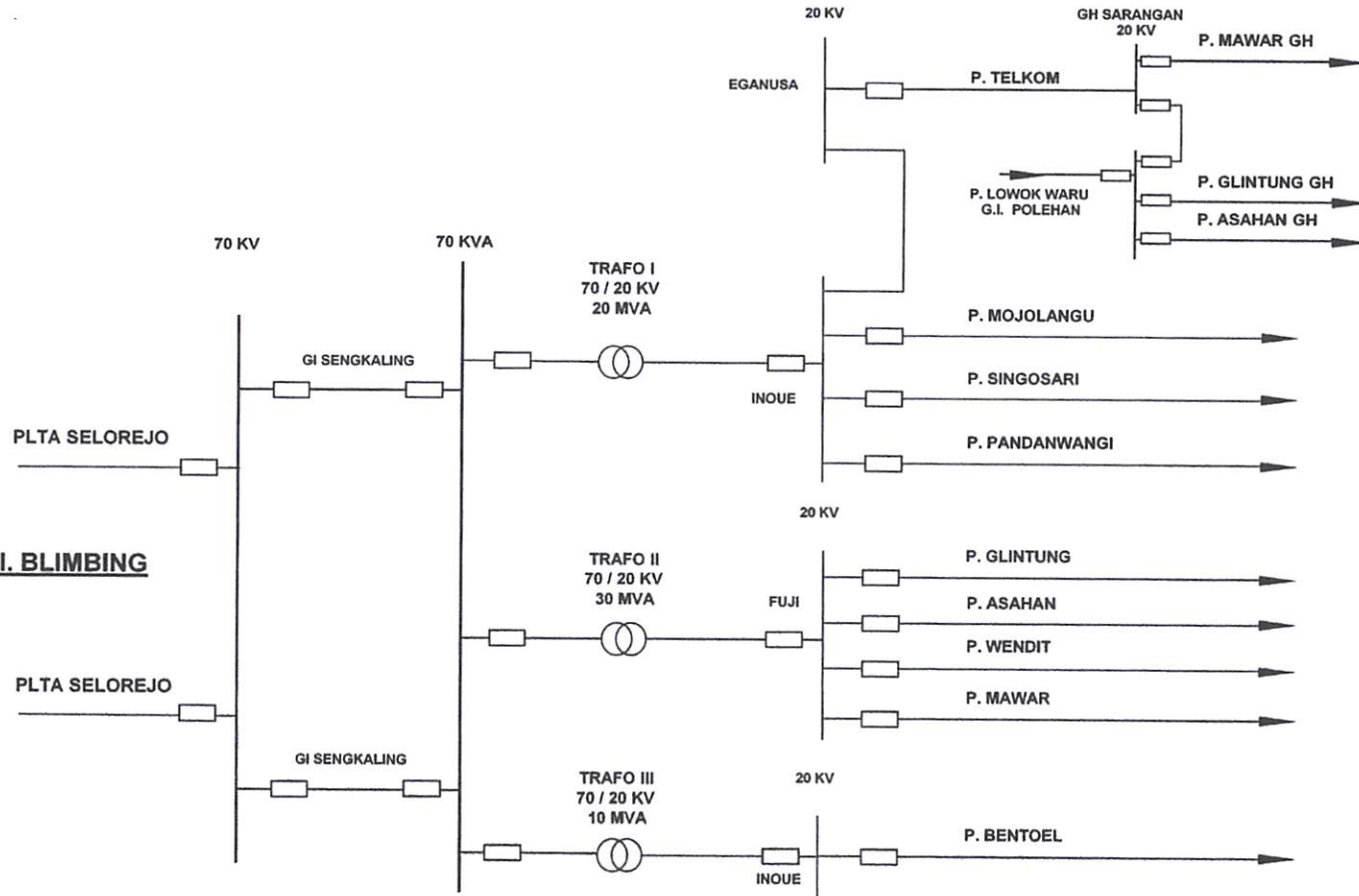
Malang, 24 Juli 2014
 Mahasiswa yang bersangkutan

(Signature)
 (CIRILO J. MARQUES)

Catatan :

- Pada saat seminar berlangsung kartu harap dibawa
- Setelah selesai seminar, kartu harap diserahkan pada Kajur / Sekjur untuk diparaf dan disimpan oleh mahasiswa yang bersangkutan.

GI. BLIMBING



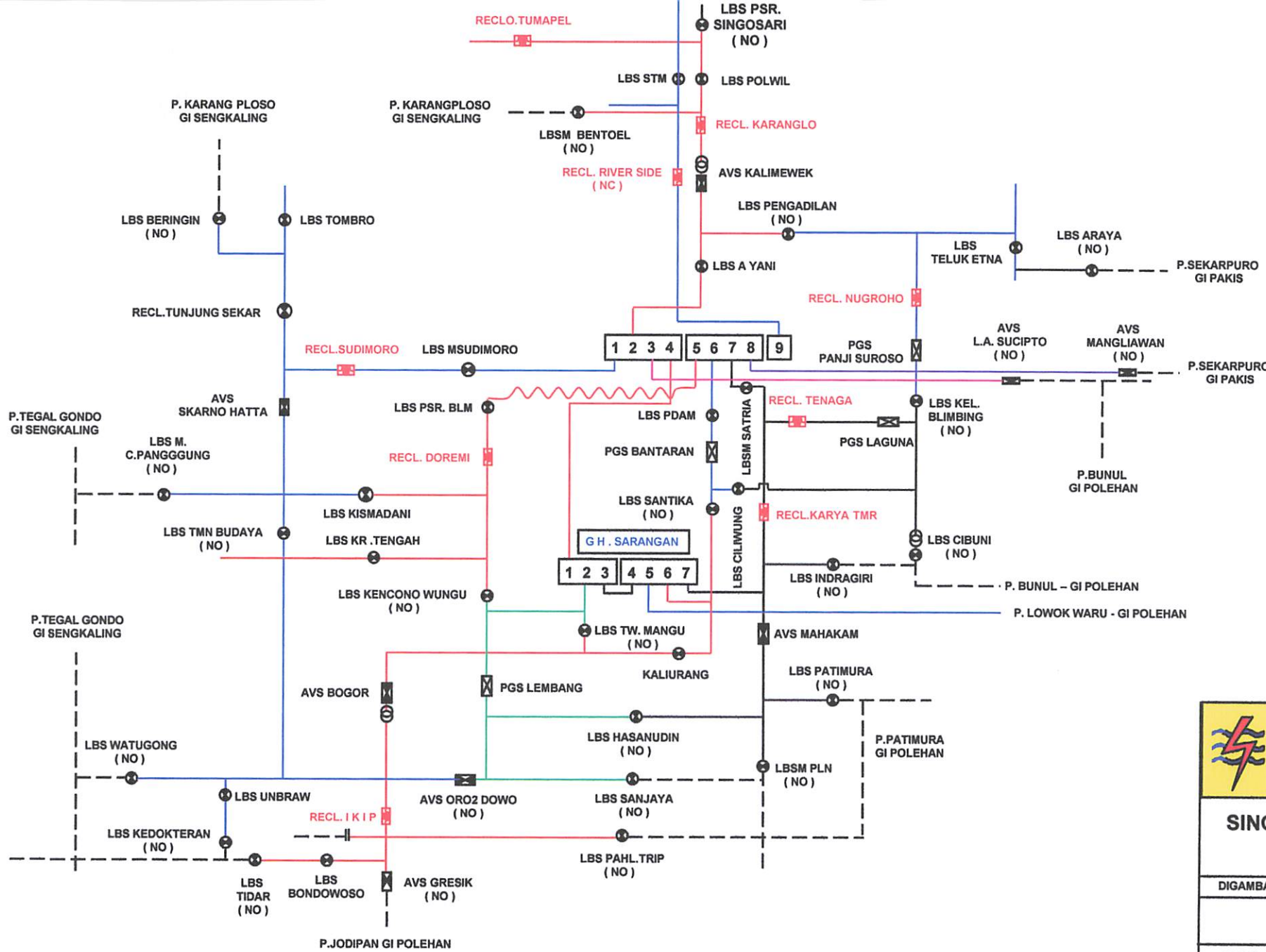
- ⊗ : TRANSFORMATOR
- : PEMUTUS
- : PENYULANG



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
AP&J MALANG

**SINGLE LINE DIAGRAM
GARDU INDUK BLIMBING**

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DISETUJUI
OPDIST	DWI TJAHJO	HIMAWAN S



- KET. GAMBAR :**
- TRAFO 1 (G I . BLM)**
- 01. P. MOJOLANGU
 - 02. P. SINGOSARI
 - 03. P. PANDANWANGI
 - 04. P. TELKOM
- TRAFO 2 (G I . BLM)**
- 05. P. MAWAR
 - 06. P. GLINTUNG
 - 07. P. ASAHAN
 - 08. P. WENDIT
- TRAFO 3 (G I . BLM)**
- 09. P. BENTOEL

- KET. GAMBAR :**
- GH . SARANGAN**
- 01. P. TELKOM (IN)
 - 02. P. TELKOM
 - 03. BUS KOPEL
 - 04. BUS KOPEL
 - 05. P. LOWOK WARU (IN)
 - 06. P. LOWOK WARU .

PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JATIM
AP&J MALANG

SINGLE LINE & PEMUTUS
GI. BLIMBING

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DISETUJUI
OPDIST	SUYONO S	ZAINURI

ETAP
7.0.0

Page: 1
Date: 05-12-2014
SN: 12345678
Revision: Base
Config: Normal

Study Case: LF

name: singlelinesingosari

LOAD FLOW REPORT

Bus ID	Bus			Voltage			Generation			Load			Load Flow			XFMR	
	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
0	20,000	97.433	-2.9	0	0	0	0	0	0	0	Bus8	-11.988	-3.738	372.1	95.5		
											Bus3	11.876	3.734	368.9	95.4		
											Bus27	0.112	0.003	3.3	100.0		
1	20,000	97.414	-2.9	0	0	0	0	0	0	0	Bus2	-11.875	-3.732	368.9	95.4		
											Bus4	11.773	3.727	366.0	95.3		
											Bus44	0.101	0.005	3.0	99.9		
2	20,000	97.392	-2.9	0	0	0	0	0	0	0	Bus3	-11.772	-3.723	366.0	95.3		
											Bus5	11.685	3.720	363.5	95.3		
											Bus30	0.086	0.003	2.6	99.9		
3	20,000	97.352	-3.0	0	0	0	0	0	0	0	Bus7	0.282	0.015	8.4	99.9		
											Bus4	-11.685	-3.705	363.5	95.3		
											Bus6	11.403	3.689	355.4	95.1		
4	20,000	97.245	-3.2	0	0	0	0	0	0	0	Bus5	-11.401	-3.654	355.4	95.2		
											Bus10	11.290	3.649	352.2	95.2		
											Bus28	0.111	0.005	3.3	99.9		
											Bus5	-0.282	-0.015	8.4	99.9		
											Bus9	0.171	0.010	5.1	99.8		
											Bus31	0.110	0.005	3.3	99.9		
											Bus2	12.055	3.753	372.1	95.5		
											Bus231	-12.055	-3.753	372.1	95.5		
											Bus7	-0.171	-0.010	5.1	99.8		
											Bus32	0.171	0.010	5.1	99.8		
											Bus6	-11.290	-3.646	352.2	95.2		
											Bus11	11.105	3.637	346.9	95.0		
											Bus29	0.185	0.009	5.5	99.9		
1	20,000	97.210	-3.2	0	0	0	0	0	0	0	Bus10	-11.103	-3.634	346.9	95.0		
											Bus12	10.286	1.716	309.7	98.6		
											Bus33	0.817	1.917	61.9	39.2		
2	20,000	97.194	-3.2	0	0	0	0	0	0	0	Bus11	-10.285	-1.713	309.7	98.6		
											Bus13	10.234	1.711	308.2	98.6		
											Bus34	0.051	0.002	1.5	99.9		
3	20,000	97.183	-3.2	0	0	0	0	0	0	0	Bus12	-10.233	-1.708	308.2	98.6		
											Bus14	10.034	1.698	302.3	98.6		
											Bus35	0.199	0.011	5.9	99.9		
4	20,000	97.156	-3.3	0	0	0	0	0	0	0	Bus13	-10.032	-1.693	302.3	98.6		
											Bus15	0.072	0.002	2.1	100.0		

ETAP

7.0.0

Page: 2
 Date: 05-12-2014
 SN: 12345678
 Revision: Base
 Config.: Normal

Study Case: LF

singlelinesingosari

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								Bus16	9.869	1.687	297.5	98.6	
								Bus36	0.091	0.004	2.7	99.9	
5	20.000	97.156	-3.3	0	0	0	0	Bus14	-0.072	-0.002	2.1	100.0	
								Bus37	0.072	0.002	2.1	100.0	
5	20.000	97.147	-3.3	0	0	0	0	Bus14	-9.869	-1.685	297.5	98.6	
								Bus17	9.723	1.678	293.2	98.5	
								Bus38	0.145	0.007	4.3	99.9	
7	20.000	97.139	-3.3	0	0	0	0	Bus16	-9.723	-1.676	293.2	98.5	
								Bus18	9.619	1.671	290.1	98.5	
								Bus39	0.104	0.005	3.1	99.9	
8	20.000	97.124	-3.3	0	0	0	0	Bus17	-9.618	-1.669	290.1	98.5	
								Bus19	0.108	0.005	3.2	99.9	
								Bus20	9.439	1.661	284.9	98.5	
								Bus40	0.070	0.003	2.1	99.9	
9	20.000	97.124	-3.3	0	0	0	0	Bus18	-0.108	-0.005	3.2	99.9	
								Bus41	0.108	0.005	3.2	99.9	
0	20.000	97.114	-3.3	0	0	0	0	Bus23	9.283	1.652	280.3	98.5	
								Bus21	0.117	0.006	3.5	99.9	
								Bus22	0.039	0.001	1.2	99.9	
								Bus18	-9.438	-1.659	284.9	98.5	
1	20.000	97.114	-3.3	0	0	0	0	Bus20	-0.117	-0.006	3.5	99.9	
								Bus45	0.117	0.006	3.5	99.9	
2	20.000	97.114	-3.3	0	0	0	0	Bus20	-0.039	-0.001	1.2	99.9	
								Bus42	0.039	0.001	1.2	99.9	
3	20.000	97.104	-3.3	0	0	0	0	Bus20	-9.282	-1.651	280.3	98.5	
								Bus232	9.167	1.645	276.9	98.4	
								Bus43	0.115	0.006	3.4	99.9	
4	20.000	97.081	-3.3	0	0	0	0	Bus25	0.185	0.009	5.5	99.9	
								Bus26	0.197	0.011	5.9	99.9	
								Bus46	8.450	1.602	255.7	98.2	
								Bus233	-8.832	-1.622	267.0	98.4	
5	20.000	97.081	-3.3	0	0	0	0	Bus24	-0.185	-0.009	5.5	99.9	
								Bus93	0.185	0.009	5.5	99.9	
6	20.000	97.081	-3.3	0	0	0	0	Bus24	-0.197	-0.011	5.9	99.9	
								Bus147	0.197	0.011	5.9	99.9	
7	0.220	96.434	-4.7	0	0	0.111	0.000	Bus2	-0.111	0.000	301.2	100.0	
8	0.220	95.659	-5.9	0	0	0.109	0.000	Bus6	-0.109	0.000	298.7	100.0	
9	0.220	95.532	-6.1	0	0	0.182	0.000	Bus10	-0.182	0.000	498.9	100.0	

ETAP
7.0.0

Page: 3
Date: 05-12-2014
SN: 12345678
Revision: Base
Config.: Normal

Study Case: LF

me: singlelinesingosari

Bus ID	Voltage			Generation		Load		ID	Load Flow				XFMR	
	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
0	0.220	95.822	-5.1	0	0	0.085	0.000	Bus4	-0.085	0.000	233.0	100.0		
1	0.220	95.321	-5.8	0	0	0.108	0.000	Bus7	-0.108	0.000	297.7	100.0		
2	0.220	95.353	-6.3	0	0	0.168	0.000	Bus9	-0.168	0.000	462.9	100.0		
3	0.220	1.902	-70.1	0	0	0.041	0.000	Bus11	-0.041	0.000	5626.6	100.0		
4	0.220	95.806	-5.2	0	0	0.050	0.000	Bus12	-0.050	0.000	138.0	100.0		
5	0.220	95.336	-6.3	0	0	0.195	0.000	Bus13	-0.195	0.000	537.9	100.0		
6	0.220	95.863	-5.5	0	0	0.090	0.000	Bus14	-0.090	0.000	246.5	100.0		
7	0.220	96.153	-5.0	0	0	0.071	0.000	Bus15	-0.071	0.000	193.6	100.0		
8	0.220	95.470	-6.1	0	0	0.143	0.000	Bus16	-0.143	0.000	393.4	100.0		
9	0.220	95.235	-5.9	0	0	0.102	0.000	Bus17	-0.102	0.000	279.9	100.0		
10	0.220	95.186	-6.0	0	0	0.069	0.000	Bus18	-0.069	0.000	189.8	100.0		
11	0.220	95.568	-5.9	0	0	0.107	0.000	Bus19	-0.107	0.000	293.4	100.0		
12	0.220	95.686	-5.3	0	0	0.039	0.000	Bus22	-0.039	0.000	106.3	100.0		
13	0.220	95.450	-6.1	0	0	0.113	0.000	Bus23	-0.113	0.000	310.6	100.0		
14	0.220	95.558	-5.5	0	0	0.100	0.000	Bus3	-0.100	0.000	273.3	100.0		
15	0.220	95.432	-6.1	0	0	0.115	0.000	Bus21	-0.115	0.000	315.6	100.0		
16	20.000	97.071	-3.3	0	0	0	0	Bus24	-8.449	-1.601	255.7	98.3		
								Bus48	8.358	1.597	253.0	98.2		
								Bus74	0.092	0.004	2.7	99.9		
17	20.000	97.062	-3.3	0	0	0	0	Bus48	-0.121	-0.006	3.6	99.9		
								Bus148	0.121	0.006	3.6	99.9		
18	20.000	97.062	-3.3	0	0	0	0	Bus47	0.121	0.006	3.6	99.9		
								Bus46	-8.357	-1.596	253.0	98.2		
								Bus49	8.236	1.590	249.5	98.2		
19	20.000	97.056	-3.3	0	0	0	0	Bus48	-8.236	-1.589	249.5	98.2		
								Bus50	8.130	1.584	246.4	98.2		
								Bus73	0.106	0.005	3.1	99.9		
20	20.000	97.048	-3.3	0	0	0	0	Bus49	-8.130	-1.583	246.4	98.2		
								Bus75	0.090	0.005	2.7	99.8		
								Bus51	8.039	1.578	243.7	98.1		
21	20.000	97.048	-3.3	0	0	0	0	Bus52	0.749	0.012	22.3	100.0		
								Bus57	7.290	1.566	221.8	97.8		
								Bus50	-8.039	-1.578	243.7	98.1		
22	20.000	97.048	-3.3	0	0	0	0	Bus51	-0.749	-0.012	22.3	100.0		
								Bus53	0.601	0.006	17.9	100.0		
								Bus149	0.148	0.006	4.4	99.9		
23	20.000	97.047	-3.3	0	0	0	0	Bus52	-0.601	-0.006	17.9	100.0		
								Bus54	0.452	0.000	13.4	100.0		

Study Case: LF

Project Name: singlelinesingosari

Bus ID	kV	Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
		% Mag	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
54	20.000	97.047	-3.3	0	0	0	0	Bus76	0.148	0.006	4.4	99.9	
								Bus53	-0.452	0.000	13.4	100.0	
								Bus55	0.235	0.000	7.0	100.0	
								Bus150	0.217	0.000	6.4	100.0	
55	20.000	97.047	-3.3	0	0	0	0	Bus54	-0.235	0.000	7.0	100.0	
								Bus56	0.113	0.000	3.4	100.0	
								Bus77	0.122	0.000	3.6	100.0	
56	20.000	97.047	-3.3	0	0	0	0	Bus55	-0.113	0.000	3.4	100.0	
								Bus78	0.113	0.000	3.4	100.0	
57	20.000	97.038	-3.4	0	0	0	0	Bus51	-7.290	-1.565	221.8	97.8	
								Bus58	7.290	1.565	221.8	97.8	
58	20.000	97.031	-3.4	0	0	0	0	Bus57	-7.289	-1.564	221.8	97.8	
								Bus59	0.157	0.007	4.7	99.9	
								Bus61	6.921	1.544	211.0	97.6	
								Bus82	0.212	0.012	6.3	99.8	
59	20.000	97.031	-3.4	0	0	0	0	Bus58	-0.157	-0.007	4.7	99.9	
								Bus60	0.046	0.002	1.4	99.9	
								Bus79	0.110	0.005	3.3	99.9	
60	20.000	97.031	-3.4	0	0	0	0	Bus59	-0.046	-0.002	1.4	99.9	
								Bus227	0.046	0.002	1.4	99.9	
61	20.000	97.010	-3.4	0	0	0	0	Bus58	-6.920	-1.541	211.0	97.6	
								Bus63	0.142	0.006	4.2	99.9	
								Bus62	1.160	1.298	51.8	66.7	
								Bus64	5.618	0.238	167.3	99.9	
62	20.000	97.005	-3.4	0	0	0	0	Bus61	-1.160	-1.298	51.8	66.7	
								Bus65	1.086	1.295	50.3	64.3	
								Bus84	0.074	0.002	2.2	99.9	
63	20.000	97.010	-3.4	0	0	0	0	Bus61	-0.142	-0.006	4.2	99.9	
								Bus83	0.142	0.006	4.2	99.9	
64	20.000	97.000	-3.4	0	0	0	0	Bus61	-5.617	-0.237	167.3	99.9	
								Bus94	5.553	0.235	165.4	99.9	
								Bus167	0.065	0.003	1.9	99.9	
65	20.000	97.003	-3.4	0	0	0	0	Bus62	-1.086	-1.295	50.3	64.3	
								Bus66	1.012	1.293	48.9	61.6	
								Bus86	0.074	0.002	2.2	99.9	
66	20.000	96.999	-3.4	0	0	0	0	Bus65	-1.012	-1.293	48.9	61.6	
								Bus67	0.898	1.287	46.7	57.2	
								Bus85	0.114	0.006	3.4	99.9	
67	20.000	96.997	-3.4	0	0	0	0	Bus66	-0.898	-1.287	46.7	57.2	

Study Case: LF

Project Name: singlelinesingosari

Bus ID	Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR		
	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								Bus68	0.823	1.285	45.4	53.9	
								Bus87	0.075	0.002	2.2	100.0	
68	20.000	96.994	-3.4	0	0	0	0	Bus67	-0.823	-1.285	45.4	53.9	
								Bus69	0.109	0.003	3.2	100.0	
								Bus71	0.595	1.276	41.9	42.3	
								Bus88	0.120	0.006	3.6	99.9	
69	20.000	96.993	-3.4	0	0	0	0	Bus68	-0.109	-0.003	3.2	100.0	
								Bus70	0.051	0.001	1.5	100.0	
								Bus91	0.057	0.002	1.7	99.9	
70	20.000	96.993	-3.4	0	0	0	0	Bus69	-0.051	-0.001	1.5	100.0	
								Bus92	0.051	0.001	1.5	100.0	
71	20.000	96.991	-3.4	0	0	0	0	Bus68	-0.595	-1.276	41.9	42.3	
								Bus72	0.054	0.002	1.6	99.9	
								Bus89	0.541	1.274	41.2	39.1	
72	20.000	96.991	-3.4	0	0	0	0	Bus71	-0.054	-0.002	1.6	99.9	
								Bus90	0.054	0.002	1.6	99.9	
73	0.220	95.543	-5.9	0	0	0.104	0.000	Bus49	-0.104	0.000	285.8	100.0	
74	0.220	95.397	-5.7	0	0	0.090	0.000	Bus46	-0.090	0.000	247.8	100.0	
75	0.220	94.511	-6.8	0	0	0.088	0.000	Bus50	-0.088	0.000	244.7	100.0	
76	0.220	95.695	-5.7	0	0	0.147	0.000	Bus53	-0.147	0.000	401.8	100.0	
77	0.220	97.047	-3.4	0	0	0.122	0.000	Bus55	-0.122	0.000	331.1	100.0	
78	0.220	97.047	-3.4	0	0	0.113	0.000	Bus56	-0.113	0.000	305.6	100.0	
79	0.220	94.989	-6.2	0	0	0.108	0.000	Bus59	-0.108	0.000	299.1	100.0	
82	0.220	95.051	-6.7	0	0	0.208	0.000	Bus58	-0.208	0.000	573.7	100.0	
83	0.220	87.019	-5.6	0	0	0.140	0.000	Bus63	-0.140	0.000	422.5	100.0	
84	0.220	95.661	-5.3	0	0	0.073	0.000	Bus62	-0.073	0.000	200.8	100.0	
85	0.220	95.361	-6.2	0	0	0.112	0.000	Bus66	-0.112	0.000	307.8	100.0	
86	0.220	95.957	-5.2	0	0	0.074	0.000	Bus65	-0.074	0.000	201.5	100.0	
87	0.220	96.163	-4.8	0	0	0.074	0.000	Bus67	-0.074	0.000	202.6	100.0	
88	0.220	95.258	-6.3	0	0	0.118	0.000	Bus68	-0.118	0.000	325.0	100.0	
89	0.220	1.783	-70.4	0	0	0.025	0.000	Bus71	-0.025	0.000	3744.3	100.0	
90	0.220	95.528	-5.4	0	0	0.053	0.000	Bus72	-0.053	0.000	145.1	100.0	
91	0.220	95.423	-5.6	0	0	0.056	0.000	Bus69	-0.056	0.000	155.3	100.0	
92	0.220	96.077	-4.7	0	0	0.051	0.000	Bus70	-0.051	0.000	138.6	100.0	
93	0.220	95.371	-6.2	0	0	0.182	0.000	Bus25	-0.182	0.000	500.6	100.0	
94	20.000	96.995	-3.4	0	0	0	0	Bus64	-5.552	-0.234	165.4	99.9	
								Bus95	0.150	0.006	4.5	99.9	
								Bus96	0.203	0.009	6.0	99.9	

ETAP
7.0.0

Page: 6
Date: 05-12-2014
SN: 12345678
Revision: Base
Config.: Normal

Study Case: LF

singlelinesingosari

Bus ID	kV	Voltage		Generation		Load		ID	Load Flow				XFMR
		% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
								Bus98	5.116	0.216	152.4	99.9	
								Bus168	0.083	0.003	2.5	99.9	
5	20.000	96.995	-3.4	0	0	0	0	Bus94	-0.150	-0.006	4.5	99.9	
								Bus169	0.150	0.006	4.5	99.9	
6	20.000	96.993	-3.4	0	0	0	0	Bus94	-0.203	-0.009	6.0	99.9	
								Bus97	0.050	0.001	1.5	100.0	
								Bus218	0.152	0.008	4.5	99.9	
7	20.000	96.993	-3.4	0	0	0	0	Bus96	-0.050	-0.001	1.5	100.0	
								Bus219	0.050	0.001	1.5	100.0	
8	20.000	96.983	-3.4	0	0	0	0	Bus94	-5.116	-0.215	152.4	99.9	
								Bus101	4.922	0.205	146.6	99.9	
								Bus220	0.194	0.010	5.8	99.9	
9	20.000	96.979	-3.4	0	0	0	0	Bus101	-0.215	0.000	6.4	100.0	
								Bus100	0.102	0.000	3.0	100.0	
								Bus170	0.114	0.000	3.4	100.0	
00	20.000	96.979	-3.4	0	0	0	0	Bus99	-0.102	0.000	3.0	100.0	
								Bus171	0.102	0.000	3.0	100.0	
01	20.000	96.979	-3.4	0	0	0	0	Bus99	0.215	0.000	6.4	100.0	
								Bus98	-4.922	-0.204	146.6	99.9	
								Bus102	0.287	0.014	8.5	99.9	
								Bus104	4.420	0.190	131.7	99.9	
02	20.000	96.979	-3.4	0	0	0	0	Bus101	-0.287	-0.014	8.5	99.9	
								Bus103	0.091	0.004	2.7	99.9	
								Bus221	0.196	0.011	5.9	99.9	
03	20.000	96.979	-3.4	0	0	0	0	Bus102	-0.091	-0.004	2.7	99.9	
								Bus239	0.091	0.004	2.7	99.9	
04	20.000	96.968	-3.4	0	0	0	0	Bus101	-4.419	-0.189	131.7	99.9	
								Bus105	4.386	0.188	130.7	99.9	
								Bus172	0.034	0.001	1.0	100.0	
05	20.000	96.957	-3.4	0	0	0	0	Bus104	-4.385	-0.187	130.7	99.9	
								Bus106	4.282	0.183	127.6	99.9	
								Bus175	0.104	0.005	3.1	99.9	
06	20.000	96.952	-3.4	0	0	0	0	Bus105	-4.282	-0.182	127.6	99.9	
								Bus107	0.599	0.023	17.9	99.9	
								Bus117	3.682	0.159	109.7	99.9	
07	20.000	96.951	-3.4	0	0	0	0	Bus106	-0.599	-0.023	17.9	99.9	
								Bus108	0.536	0.021	16.0	99.9	
								Bus187	0.064	0.002	1.9	100.0	
08	20.000	96.950	-3.4	0	0	0	0	Bus107	-0.536	-0.021	16.0	99.9	

Bus ID	KV	Voltage		Generation		Load		ID	Load Flow			XFMR %Tap
		% Mag	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	
09	20000	96.950	-3.4	0	0	0	0	Bus109	0.237	0.011	7.1	99.9
								Bus111	0.299	0.011	8.9	99.9
								Bus110	0.165	0.007	4.9	99.9
								Bus108	-0.237	-0.011	7.1	99.9
								Bus186	0.073	0.004	2.2	99.9
10	20000	96.950	-3.4	0	0	0	0	Bus109	-0.165	-0.007	4.9	99.9
								Bus176	0.165	0.007	4.9	99.9
11	20000	96.949	-3.4	0	0	0	0	Bus108	-0.299	-0.011	8.9	99.9
								Bus112	0.183	0.006	5.4	99.9
								Bus179	0.116	0.005	3.5	99.9
12	20000	96.949	-3.4	0	0	0	0	Bus113	0.086	0.003	2.6	100.0
								Bus111	-0.183	-0.006	5.4	99.9
								Bus115	0.097	0.003	2.9	99.9
13	20000	96.949	-3.4	0	0	0	0	Bus114	0.052	0.002	1.5	99.9
								Bus112	-0.086	-0.003	2.6	100.0
								Bus178	0.034	0.001	1.0	100.0
14	20000	96.949	-3.4	0	0	0	0	Bus113	-0.052	-0.002	1.5	99.9
								Bus177	0.052	0.002	1.5	99.9
15	20000	96.949	-3.4	0	0	0	0	Bus116	0.063	0.003	1.9	99.9
								Bus112	-0.097	-0.003	2.9	99.9
								Bus180	0.034	0.001	1.0	100.0
16	20000	96.949	-3.4	0	0	0	0	Bus115	-0.063	-0.003	1.9	99.9
								Bus216	0.063	0.003	1.9	99.9
17	20000	96.949	-3.4	0	0	0	0	Bus106	-3.682	-0.159	109.7	99.9
								Bus118	3.319	0.144	98.9	99.9
								Bus119	0.251	0.009	7.5	99.9
								Bus122	0.113	0.005	3.4	99.9
18	20000	96.948	-3.4	0	0	0	0	Bus117	-3.319	-0.144	98.9	99.9
								Bus123	3.237	0.141	96.5	99.9
								Bus174	0.081	0.003	2.4	99.9
19	20000	96.948	-3.4	0	0	0	0	Bus117	-0.251	-0.009	7.5	99.9
								Bus120	0.172	0.007	5.1	99.9
								Bus228	0.078	0.003	2.3	99.9
20	20000	96.948	-3.4	0	0	0	0	Bus119	-0.172	-0.007	5.1	99.9
								Bus121	0.071	0.002	2.1	100.0
								Bus229	0.101	0.004	3.0	99.9
21	20000	96.948	-3.4	0	0	0	0	Bus120	-0.071	-0.002	2.1	100.0
								Bus230	0.071	0.002	2.1	100.0
22	20000	96.948	-3.4	0	0	0	0	Bus117	-0.113	-0.005	3.4	99.9

ETAP

7.0.0

Page: 8

Date: 05-12-2014

SN: 12345678

Revision: Base

Config.: Normal

Study Case: LF

name: singlelinesingosari

Bus ID	kV	Voltage		Generation		Load		ID	Load Flow			XFMR		
		% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
123	20.000	96.945	-3.5	0	0	0	0	Bus173	0.113	0.005	3.4	99.9		
								Bus118	-3.237	-0.141	96.5	99.9		
								Bus124	3.158	0.138	94.1	99.9		
								Bus181	0.079	0.003	2.4	99.9		
124	20.000	96.939	-3.5	0	0	0	0	Bus123	-3.158	-0.138	94.1	99.9		
								Bus125	3.034	0.131	90.4	99.9		
								Bus183	0.123	0.007	3.7	99.9		
125	20.000	96.937	-3.5	0	0	0	0	Bus124	-3.034	-0.131	90.4	99.9		
								Bus126	2.878	0.123	85.8	99.9		
								Bus184	0.156	0.008	4.6	99.9		
126	20.000	96.934	-3.5	0	0	0	0	Bus125	-2.878	-0.123	85.8	99.9		
								Bus127	0.594	0.022	17.7	99.9		
								Bus135	2.284	0.100	68.1	99.9		
								Bus129	0.265	0.012	7.9	99.9		
127	20.000	96.934	-3.5	0	0	0	0	Bus130	0.330	0.010	9.8	100.0		
								Bus126	-0.594	-0.022	17.7	99.9		
								Bus129	-0.186	-0.010	5.6	99.9		
128	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus182	0.186	0.010	5.6	99.9		
								Bus127	-0.265	-0.012	7.9	99.9		
								Bus128	0.186	0.010	5.6	99.9		
129	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus185	0.078	0.003	2.3	99.9		
								Bus127	-0.330	-0.010	9.8	100.0		
								Bus131	0.267	0.009	8.0	99.9		
130	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus189	0.063	0.002	1.9	100.0		
								Bus130	-0.267	-0.009	8.0	99.9		
								Bus132	0.245	0.008	7.3	99.9		
131	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus190	0.022	0.000	0.7	100.0		
								Bus131	-0.245	-0.008	7.3	99.9		
								Bus133	0.156	0.005	4.6	99.9		
132	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus191	0.090	0.003	2.7	100.0		
								Bus132	-0.156	-0.005	4.6	99.9		
								Bus134	0.070	0.002	2.1	100.0		
133	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus192	0.085	0.003	2.5	99.9		
								Bus133	-0.070	-0.002	2.1	100.0		
								Bus237	0.070	0.002	2.1	100.0		
134	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus126	-2.284	-0.100	68.1	99.9		
								Bus136	0.078	0.003	2.3	99.9		
								Bus137	2.206	0.097	65.7	99.9		
135	20.000	96.933	-3.5	0	0	0	0	Bus135	-0.078	-0.003	2.3	99.9		

ETAP
7.0.0

Page: 9
Date: 05-12-2014
SN: 12345678
Revision: Base
Config.: Normal

Study Case: LF

me: singlelinesingosari

Bus ID	kV	Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR
		% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
37	20.000	96.932	-3.5	0	0	0	0	Bus226	0.078	0.003	2.3	99.9	
								Bus135	-2.206	-0.097	65.7	99.9	
								Bus138	2.137	0.095	63.7	99.9	
								Bus213	0.068	0.002	2.0	100.0	
38	20.000	96.930	-3.5	0	0	0	0	Bus137	-2.137	-0.095	63.7	99.9	
								Bus139	1.966	0.085	58.6	99.9	
								Bus212	0.171	0.010	5.1	99.8	
39	20.000	96.929	-3.5	0	0	0	0	Bus138	-1.966	-0.085	58.6	99.9	
								Bus140	0.095	0.004	2.8	99.9	
								Bus141	1.771	0.077	52.8	99.9	
								Bus211	0.100	0.004	3.0	99.9	
40	20.000	96.929	-3.5	0	0	0	0	Bus139	-0.095	-0.004	2.8	99.9	
								Bus224	0.095	0.004	2.8	99.9	
								Bus139	-1.771	-0.077	52.8	99.9	
41	20.000	96.928	-3.5	0	0	0	0	Bus142	1.661	0.071	49.5	99.9	
								Bus210	0.110	0.005	3.3	99.9	
								Bus141	-1.661	-0.071	49.5	99.9	
								Bus143	0.266	0.009	7.9	99.9	
42	20.000	96.926	-3.5	0	0	0	0	Bus151	1.242	0.055	37.0	99.9	
								Bus209	0.153	0.008	4.6	99.9	
								Bus142	-0.266	-0.009	7.9	99.9	
								Bus144	0.183	0.006	5.4	100.0	
43	20.000	96.926	-3.5	0	0	0	0	Bus144	0.183	0.006	5.4	100.0	
								Bus195	0.083	0.003	2.5	99.9	
								Bus143	-0.183	-0.006	5.4	100.0	
44	20.000	96.926	-3.5	0	0	0	0	Bus145	0.110	0.003	3.3	100.0	
								Bus197	0.073	0.002	2.2	100.0	
								Bus144	-0.110	-0.003	3.3	100.0	
								Bus146	0.059	0.002	1.8	100.0	
45	20.000	96.926	-3.5	0	0	0	0	Bus223	0.051	0.002	1.5	99.9	
								Bus145	-0.059	-0.002	1.8	100.0	
								Bus225	0.059	0.002	1.8	100.0	
46	20.000	96.926	-3.5	0	0	0	0	Bus145	-0.059	-0.002	1.8	100.0	
								Bus225	0.059	0.002	1.8	100.0	
47	0.220	95.254	-6.4	0	0	0.193	0.000	Bus26	-0.193	0.000	532.5	100.0	
48	0.220	95.311	-6.3	0	0	0.119	0.000	Bus47	-0.119	0.000	327.7	100.0	
49	0.220	95.695	-5.7	0	0	0.147	0.000	Bus52	-0.147	0.000	401.8	100.0	
50	2.200	97.047	-3.4	0	0	0.217	0.000	Bus54	-0.217	0.000	58.6	100.0	
51	20.000	96.924	-3.5	0	0	0	0	Bus142	-1.242	-0.055	37.0	99.9	
								Bus152	1.025	0.042	30.6	99.9	
								Bus208	0.217	0.013	6.5	99.8	

ETAP

7.0.0

Page: 10

Date: 05-12-2014

SN: 12345678

Revision: Base

Config.: Normal

Study Case: LF

Project Name: singlelinesingosari

Bus ID	Voltage			Generation		Load		ID	Load Flow				XFMR	
	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
152	20.000	96.922	-3.5	0	0	0	0	Bus151	-1.025	-0.042	30.6	99.9		
								Bus153	0.054	0.001	1.6	100.0		
								Bus154	0.155	0.008	4.6	99.9		
								Bus155	0.817	0.032	24.3	99.9		
153	20.000	96.922	-3.5	0	0	0	0	Bus152	-0.054	-0.001	1.6	100.0		
								Bus199	0.054	0.001	1.6	100.0		
154	20.000	96.921	-3.5	0	0	0	0	Bus152	-0.155	-0.008	4.6	99.9		
								Bus222	0.155	0.008	4.6	99.9		
155	20.000	96.921	-3.5	0	0	0	0	Bus152	-0.817	-0.032	24.3	99.9		
								Bus156	0.736	0.029	21.9	99.9		
								Bus207	0.080	0.003	2.4	99.9		
156	20.000	96.921	-3.5	0	0	0	0	Bus155	-0.736	-0.029	21.9	99.9		
								Bus157	0.664	0.027	19.8	99.9		
								Bus206	0.073	0.003	2.2	99.9		
157	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus156	-0.664	-0.027	19.8	99.9		
								Bus158	0.471	0.016	14.0	99.9		
								Bus205	0.192	0.010	5.7	99.9		
158	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus159	0.193	0.008	5.7	99.9		
								Bus157	-0.471	-0.016	14.0	99.9		
								Bus162	0.121	0.004	3.6	99.9		
159	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus161	0.051	0.002	1.5	99.9		
								Bus158	-0.193	-0.008	5.7	99.9		
								Bus160	0.030	0.001	0.9	100.0		
								Bus202	0.112	0.005	3.3	99.9		
160	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus159	-0.030	-0.001	0.9	100.0		
								Bus204	0.030	0.001	0.9	100.0		
161	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus159	-0.051	-0.002	1.5	99.9		
								Bus203	0.051	0.002	1.5	99.9		
162	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus158	-0.121	-0.004	3.6	99.9		
								Bus163	0.061	0.002	1.8	99.9		
								Bus201	0.060	0.002	1.8	100.0		
163	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus162	-0.061	-0.002	1.8	99.9		
								Bus215	0.061	0.002	1.8	99.9		
164	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus158	-0.158	-0.005	4.7	100.0		
								Bus165	0.060	0.002	1.8	100.0		
								Bus166	0.097	0.003	2.9	99.9		
165	20.000	96.920	-3.5	0	0	0	0	Bus164	-0.060	-0.002	1.8	100.0		
								Bus214	0.060	0.002	1.8	100.0		

ETAP

7.0.0

Page: 11

Date: 05-12-2014

SN: 12345678

Revision: Base

Config.: Normal

Study Case: LF

singlelinesingosari

Bus ID	Voltage			Generation		Load		ID	Load Flow			XFMR	
	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar		MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
66	0.220	95.820	-5.4	0	0	0.096	0.000	Bus164	-0.096	0.000	264.0	100.0	
67	0.220	95.222	-5.9	0	0	0.063	0.000	Bus64	-0.063	0.000	174.9	100.0	
68	0.220	95.818	-5.4	0	0	0.082	0.000	Bus94	-0.082	0.000	225.4	100.0	
69	0.220	95.626	-5.7	0	0	0.148	0.000	Bus95	-0.148	0.000	406.5	100.0	
70	0.220	96.979	-3.4	0	0	0.114	0.000	Bus99	-0.114	0.000	307.9	100.0	
71	0.220	96.978	-3.4	0	0	0.102	0.000	Bus100	-0.102	0.000	274.9	100.0	
72	0.220	96.067	-4.7	0	0	0.033	0.000	Bus104	-0.033	0.000	90.8	100.0	
73	0.220	95.325	-6.2	0	0	0.111	0.000	Bus122	-0.111	0.000	305.2	100.0	
74	0.220	95.797	-5.4	0	0	0.081	0.000	Bus118	-0.081	0.000	220.7	100.0	
75	0.220	95.473	-6.0	0	0	0.102	0.000	Bus105	-0.102	0.000	280.6	100.0	
76	0.220	95.439	-6.0	0	0	0.162	0.000	Bus110	-0.162	0.000	445.8	100.0	
77	0.220	95.536	-5.4	0	0	0.051	0.000	Bus114	-0.051	0.000	140.4	100.0	
78	0.220	96.036	-4.7	0	0	0.034	0.000	Bus113	-0.034	0.000	92.1	100.0	
79	0.220	95.631	-5.7	0	0	0.114	0.000	Bus111	-0.114	0.000	313.7	100.0	
80	0.220	96.030	-4.7	0	0	0.034	0.000	Bus115	-0.034	0.000	92.7	100.0	
81	0.220	95.824	-5.4	0	0	0.079	0.000	Bus123	-0.079	0.000	215.1	100.0	
82	0.220	95.208	-6.4	0	0	0.183	0.000	Bus128	-0.183	0.000	504.7	100.0	
83	0.220	95.147	-6.5	0	0	0.121	0.000	Bus124	-0.121	0.000	334.6	100.0	
84	0.220	95.129	-6.5	0	0	0.153	0.000	Bus125	-0.153	0.000	421.9	100.0	
85	0.220	95.828	-5.4	0	0	0.078	0.000	Bus129	-0.078	0.000	212.3	100.0	
86	0.220	94.939	-6.2	0	0	0.071	0.000	Bus109	-0.071	0.000	196.5	100.0	
87	0.220	96.061	-5.0	0	0	0.063	0.000	Bus107	-0.063	0.000	172.5	100.0	
89	0.220	95.805	-5.1	0	0	0.062	0.000	Bus130	-0.062	0.000	169.5	100.0	
90	0.220	96.154	-4.6	0	0	0.022	0.000	Bus131	-0.022	0.000	59.1	100.0	
91	0.220	95.924	-5.2	0	0	0.089	0.000	Bus132	-0.089	0.000	243.3	100.0	
92	0.220	95.374	-5.6	0	0	0.084	0.000	Bus133	-0.084	0.000	231.3	100.0	
95	0.220	95.747	-5.5	0	0	0.082	0.000	Bus143	-0.082	0.000	225.8	100.0	
97	0.220	95.899	-5.3	0	0	0.072	0.000	Bus144	-0.072	0.000	197.9	100.0	
99	0.220	96.174	-4.8	0	0	0.053	0.000	Bus153	-0.053	0.000	145.8	100.0	
01	0.220	96.081	-5.0	0	0	0.060	0.000	Bus162	-0.060	0.000	163.0	100.0	
02	0.220	95.311	-6.2	0	0	0.110	0.000	Bus159	-0.110	0.000	302.7	100.0	
03	0.220	95.542	-5.4	0	0	0.050	0.000	Bus161	-0.050	0.000	137.0	100.0	
04	0.220	96.107	-4.6	0	0	0.030	0.000	Bus160	-0.030	0.000	82.2	100.0	
05	0.220	95.133	-6.5	0	0	0.189	0.000	Bus157	-0.189	0.000	521.8	100.0	
06	0.220	95.331	-5.7	0	0	0.071	0.000	Bus156	-0.071	0.000	196.5	100.0	
07	0.220	95.786	-5.4	0	0	0.079	0.000	Bus155	-0.079	0.000	217.8	100.0	
08	0.220	94.891	-6.9	0	0	0.213	0.000	Bus151	-0.213	0.000	587.7	100.0	
09	0.220	95.152	-6.5	0	0	0.150	0.000	Bus142	-0.150	0.000	414.5	100.0	

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Name: singlelinesingosari

ETAP
 7.0.0

Study Case: SM

Page: 1
 Date: 05-12-2014
 SN: 12345678
 Revision: Base
 Config.: Normal

SHORT-CIRCUIT REPORT

Location at bus: Bus65

Fault voltage = 20.000 kV = 100.00 % of nominal bus kV (20.000 kV)
 = 100.00 % of base kV (20.000 kV)

Contribution		% Voltage at From Bus						Current at From Bus (kA)						Sequence Current (kA)		
From Bus ID	To Bus ID	Va		Vb		Vc		Ia		Ib		Ic		I1	I2	I0
		Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.			
5	Total	0.00	0.0	86.22	-94.4	87.49	94.4	0.749	-83.7	0.000	0.0	0.000	0.0	0.250	0.250	0.250
2	Bus65	0.05	-12.1	86.22	-94.4	87.49	94.4	0.749	-83.7	0.000	0.0	0.000	0.0	0.250	0.250	0.250
6	Bus65	0.00	0.0	86.22	-94.4	87.49	94.4	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
6	Bus65	50.51	-85.6	49.78	-94.4	100.00	90.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
1	Bus62	0.11	-16.7	86.22	-94.4	87.50	94.4	0.749	-83.7	0.000	0.0	0.000	0.0	0.250	0.250	0.250
	Bus62	50.52	-85.6	49.78	-94.5	100.00	90.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
7	Bus66	0.00	0.0	86.22	-94.4	87.49	94.4	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
5	Bus66	50.51	-85.6	49.78	-94.4	100.00	90.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
8	Bus61	0.23	-15.3	86.22	-94.4	87.50	94.4	0.749	-83.7	0.000	0.0	0.000	0.0	0.250	0.250	0.250
3	Bus61	0.11	-16.7	86.22	-94.4	87.50	94.4	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
4	Bus61	0.11	-16.7	86.22	-94.4	87.50	94.4	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
8	Bus67	0.00	0.0	86.22	-94.4	87.49	94.4	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000
7	Bus67	50.51	-85.6	49.78	-94.4	100.00	90.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000

Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Name: singlelinesingosari

ETAP
 7.0.0

Study Case: SM

Page: 2
 Date: 05-12-2014
 SN: 12345678
 Revision: Base
 Config.: Normal

Location at bus: **Bus65**

Fault voltage = 20.000 kV = 100.00 % of nominal bus kV (20.000 kV)
 = 100.00 % of base kV (20.000 kV)

Line-To-Ground Fault

Contribution		% Voltage at From Bus						Current at From Bus (kA)						Sequence Current (kA)		
From Bus ID	To Bus ID	Va		Vb		Vc		Ia		Ib		Ic		I1	I2	I0
		Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.	Mag.	Ang.			
0	Bus51	0.33	-17.9	86.22	-94.4	87.50	94.4	0.749	-83.7	0.000	0.0	0.000	0.0	0.250	0.250	0.250

Indicates fault current contribution is from three-winding transformers

Indicates a zero sequence fault current contribution (3I0) from a grounded Delta-Y transformer